

RED DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE GALICIA (RECETGA)

Plan de evolución
2003-2006

Santiago de Compostela, Marzo 2006

ÍNDICE

0.- RESUMEN EJECUTIVO

1.- Introducción

2.- Evolución de los servicios y necesidades.

3.- Tráfico de red.

3.1.- RedIRIS 2.

3.2.- Migración de los Centros a tecnología Gigabit.

3.3.- Wi Fi en Campus y Centros.

3.4.- Previsión evolutiva.

4.- Plan de evolución de RECETGA

4.1.- Topología actual.

4.2.- Fase I: 2003-2004

4.3.- Fase II: 2005-2006

4.3.1.- Topología de red propuesta.

4.3.2.- Acceso desde redes ADSL y Cable.

4.3.3.- Acceso UMTS.

4.3.4.- Acceso vía satélite.

4.3.5.- Servidor de VPNs.

4.3.6.- Protección de red.

4.3.7.- Monitorización y gestión de red.

0.- RESUMEN EJECUTIVO

La Red de Ciencia y Tecnología de Galicia (RECETGA), dispone de una arquitectura y tecnología mediante la cual se viene proporcionando un magnífico soporte a lo largo de sus ya casi 10 años de historia.

Las estadísticas del tráfico actual, el incremento constante de datos intercambiados y los “cuellos de botella” existentes, obligan a formular una evolución inaplazable y sensata de RECETGA, la cual se sintetiza en las siguientes Fases:

- FASE 1 (2003-2004):

- * Paso de troncales de red a tecnología Gigabit soportada en fibra óptica propia.
- * Conexión de nuevos centros.

- FASE 2 (2005-2006):

- * Paso a red con estructura de malla.
- * Paso de troncales 2,5 Gbps.
- * Acceso a RECETGA desde cualquier lugar.
- * Mejora de seguridad y gestión de la red.
- * Conexión de nuevos centros.
- * Mejoras en la seguridad, gestión y monitorización de la red.

1.- Introducción

En una sociedad de población dispersa, como es Galicia, las comunicaciones son factor esencial para la evolución y progreso de dicha sociedad. Por ello, en el año 1993, la Xunta de Galicia encomienda al CESGA la implantación, y posterior gestión, de una red de comunicaciones de banda ancha que interconecte los centros académicos y de investigación de Galicia, así como proveerles de conexión de acceso con los centros universitarios y de investigación del resto de España. De esta forma, se constituye la Red de Ciencia y Tecnología de Galicia, cuya historia y evolución se describe en el Anexo de este documento.

En el año 2002, y ante la realidad de las necesidades del momento y la evolución prevista de requerimientos provenientes de los nuevos servicios, el CESGA plantea rediseñar su red para mantener el alto nivel de servicio que caracterizó desde su comienzo a esta infraestructura.

Así pues, a la fecha de hoy, la Red de Ciencia y Tecnología de Galicia (RECETGA) se encuentra en la fase correspondiente de su plan de evolución, el cual se ve condicionado por la disponibilidad de los presupuestos necesarios.

2.- Evolución de los servicios y necesidades.

La comunidad investigadora a la que sirve RECETGA, exige un nivel de disponibilidad de ancho de banda y de puntos de acceso que son susceptibles de ser mejorados y en cualquier caso, alineados con las exigencias provenientes del uso de nuevas tecnologías e incorporación de nuevos agentes pertenecientes a la actividad de I+D+I.

Las necesidades de RECETGA para el siguiente trienio se concretan en:

- Incremento del nivel de disponibilidad de la red, que en el año 2003 fue de 98'3 %.
- Implantación de nuevos servicios horizontales:
 - Wi Fi en los 7 Campus Universitarios y Centros de Investigación.
 - Grupos colaborativos de trabajo.
 - Creación de la red de video-conferencia.
 - Ampliación del número de aulas de tele-enseñanza incorporando Centros y Parques Tecnológicos.
 - Voz IP.
- Implantación de arquitecturas GRID.
- Instalación de Salas Access Grid en los siete campus gallegos.
- Nuevas aplicaciones que demandan gran ancho de banda y disponibilidad, provenientes principalmente de:

- Telemedicina.
- Tele-enseñanza.
- Medio Ambiente.
- Ciencias de computación
- Bioinformática.
- Incorporación de nuevos Centros y departamentos de investigación procedentes de:
 - Hospitales (4).
 - Empresas privadas (12).
 - Centros y Parques Tecnológicos (4).
- Interconexión con la comunidad investigadora del Norte de Portugal.

RECETGA debe estructurarse para dar respuesta a las necesidades de los próximos tres años, mediante las siguientes acciones:

- Incorporación a la red de 20 nuevos centros de investigación provenientes, doce de ellos, del sector privado.
- Cierre de anillos mediante fibra óptica.
- Sustitución de radio-enlaces de troncales entre ciudades por fibra óptica.
- Conexión del investigador desde lugar no habitual de trabajo.
- Habilitación de red de backup.

3.- Tráfico de red

A lo largo del 2003 se han iniciado o realizado diversos cambios en la red que propiciaron un fuerte incremento del tráfico en RECETGA (Red de Ciencia y Tecnología de Galicia). Los cambios mencionados más significativos fueron los siguientes:

- Implantación de la nueva RedIRIS 2 basada en una red mallada con enlaces de mayor capacidad.
- Migración de las Universidades a redes Gigabit.
- Implantación Wi Fi en Campus y Centros.

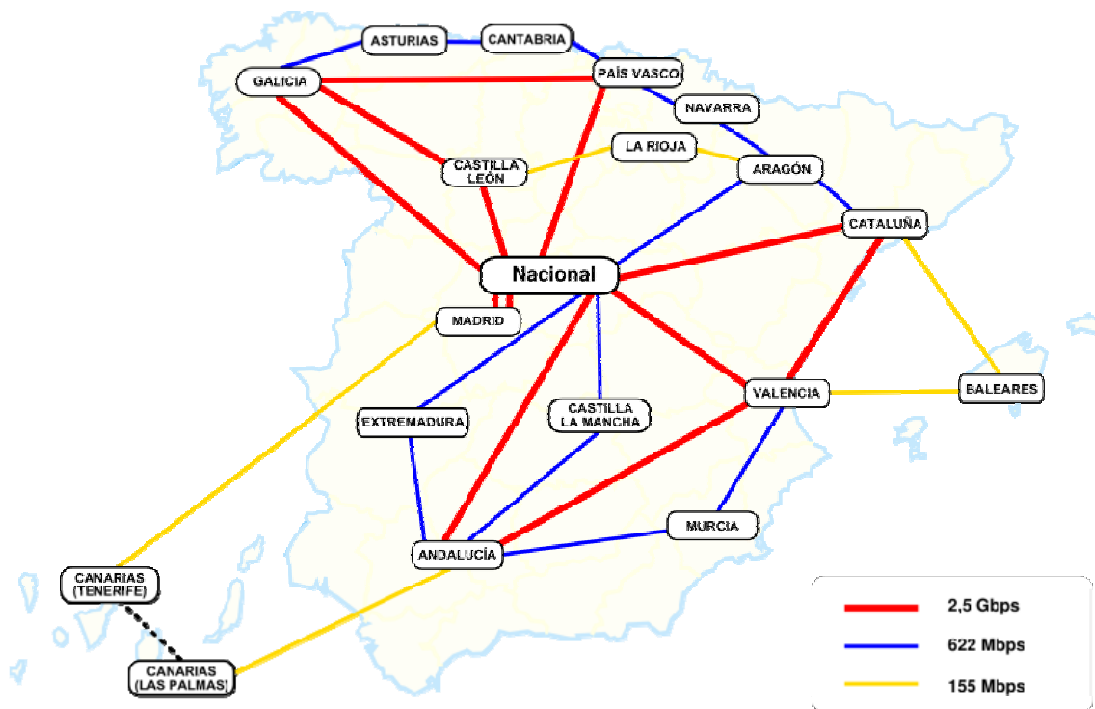
3.1.- RedIRIS 2

La implantación en Febrero del 2003 de la nueva red nacional de investigación ha supuesto la eliminación del cuello de botella que suponía la conexión de la red gallega con la red nacional RedIRIS.

Pero ello también trae asociado un **incremento espectacular** en los tráficos de los centros de investigación y por tanto en los tráficos en la troncal de la red gallega.

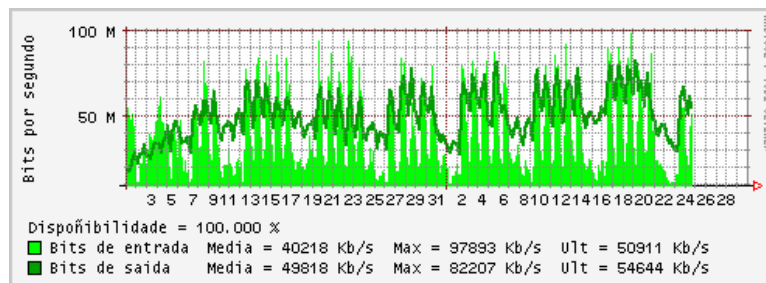
La nueva RedIRIS 2 tiene las siguientes características

- Red Mallada.
- Enlaces troncales: 2.5 Gbps
- Conexiones externas: 2.5 – 10 Gbps
- Tanto para producción como para investigación.
- **Galicia** se conecta mediante 3 líneas de 2,5 Gbps y una línea de 622 Mbps.

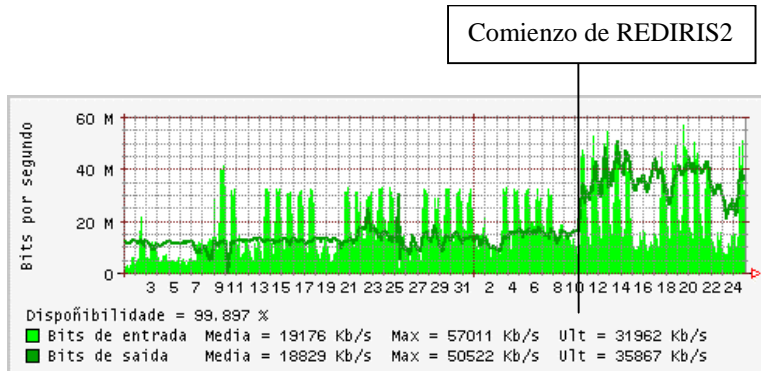


A continuación se incluyen estadísticas actualizadas de la conexión RECETGA-RedIRIS:

Datos actuales de tráfico RECETGA – RedIris
(1 Enero a 24 Febrero de 2004)



Datos del año 2003 de tráfico RECETGA – RedIris
(1 Enero de 2003 a 24 Febrero de 2004)



3.2.- Migración de los Centros a tecnología Gigabit

En las redes de área local de los centros de investigación, la introducción de tecnologías basadas en Gigabit y Fast Ethernet han provocado un vuelco en la situación de muchas infraestructuras de comunicaciones. En la siguiente tabla se muestran algunas de las evoluciones realizadas, o en fase de implantación,

en las redes de los centros conectados a la actual Red de Ciencia y Tecnología de Galicia.

Centro	2001-2003		2004-	
	Conexión a Troncal	Usuario	Conexión a Troncal	Usuario
Universidad de Santiago de Compostela	2 x ATM 155 Mbps	Fast Ethernet	2 x Gigabit	Fast Ethernet + Gigabit
Universidad de Vigo	ATM 155 Mbps	Fast Ethernet conmutada	2 x Gigabit	Fast Ethernet + Gigabit
Universidad de Coruña	ATM 155 Mbps	Fast Ethernet	Gigabit	Fast Ethernet + Gigabit
Instituto Investigaciones Agrobiológicas (CSIC)	Ethernet	Fast Ethernet	Gigabit	Fast Ethernet + Gigabit
Hospital Juan Canalejo	ATM 155 Mbps	Fast Ethernet	2 x ATM 155 Mbps	Fast Ethernet + Gigabit

3.3.- Implantación Wi Fi en Campus y Centros

A lo largo del año comenzaron las acciones correspondientes para dotar de comunicación Wi Fi a los Campus Universitarios y Centros de Investigación de Galicia. Esta acción ocasionará un incremento adicional al tráfico de la RECETGA, proveniente de las siguientes estimaciones:

Curso 2003-04: adquisición de 3.800 PC's portátiles. (4% de la comunidad universitaria e investigadora de Galicia)

Curso 2004-05: adquisición de 5.600 PC's portátiles. (6% de la comunidad universitaria e investigadora de Galicia)

3.4.- Previsión Evolutiva

Como consecuencia de la evolución en proceso, se produce un aumento de la complejidad de la red por la interconexión de tecnologías diversas y una disminución de sus prestaciones desde el punto de vista del investigador, caso de no resolver a tiempo los cuellos de botella provenientes de la saturación de tráfico de troncales.

Ejemplo de crecimiento en las estadísticas de tráfico de algunos centros representativos:

Centro	2001		2003*		2003-2004**	
	Tráfico medio	Máximos	Tráfico medio	Máximos	Tráfico medio	Máximos
Universidad de Santiago de Compostela	24 Mbps	62 Mbps	25 Mbps	75 Mbps	30 Mbps	130 Mbps
Universidad de Coruña	15 Mbps	60 Mbps	17 Mbps	65 Mbps	47 Mbps	103 Mbps
Universidad de Vigo	18 Mbps	75 Mbps	28 Mbps	76 Mbps	65 Mbps	120 Mbps
Conexión a REDIRIS	17 Mbps	33 Mbps	29 Mbps	40 Mbps	89 Mbps	170 Mbps

* 1 Enero a 10 de Febrero con la antigua Rediris

** 11 de Febrero a 31 de Diciembre con REDIRIS2

Se observa el crecimiento espectacular de los valores medios durante los primeros meses el 2004, comparándolos con los valores obtenidos durante el año 2003.

Hay que tener en cuenta, además, que las tres Universidades no han completado los cambios en sus redes mencionados en las tablas precedentes. Estos cambios no solo implican ampliación en los anchos de banda en sus troncales, sino, en algunos casos, duplicar el numero de equipos conectados a la red.

Si extrapolamos los datos de los dos primeros meses de este año y los representamos junto a los datos de años precedentes, obtenemos un crecimiento claramente exponencial. En la siguiente gráfica se presentan los datos históricos y una estimación de la evolución del tráfico en los próximos años, considerando los incrementos provenientes de las siguientes acciones previstas:

<u>CONCEPTO</u>	<u>INCREMENTO</u>	<u>OBSERVACIÓN</u>
- Wi Fi	2.000 Mbps	10.000 nuevos PCs
- Grupos Colaborativos	15 Mbps	15 grupos concurrentes
- Red Videoconferencia	13 Mbps	13 sesiones concurrentes
- Aulas Tele-enseñanza	6 Mbps	6 sesiones concurrentes
- GRID	400 Mbps	4 GRIDs
- Access Grid	40 Mbps	4 sesiones concurrentes
- Nuevas aplicaciones	25 Mbps	Gran uso multimedia 3D
- Nuevos Centros/Parques Tec.	7 Mbps	4 Hospitales, 12 Empresa, 4 Centros/Parques Tec.

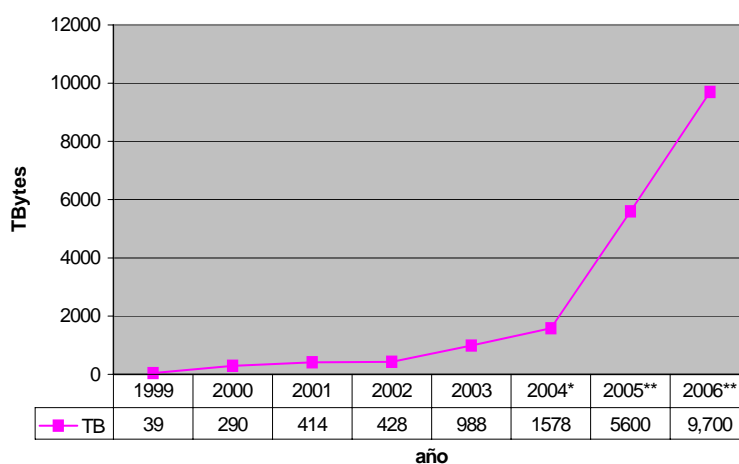
- Euroregión

20 Mbps

Conexión de 34 Mbps

TOTAL 2.526 Mbps

**Tráfico intercambiado en RECETGA
1999 - 2006
Datos 2005-2006 estimados sobre crecimiento actual**



—

A la vista de los datos anteriores se observan tres problemas fundamentales:

- Desequilibrio grave entre las redes locales Gigabit y la red troncal basada en velocidades del orden de Megabits por segundo.
- Desequilibrio entre la nueva capacidad de RedIRIS2 y RECETGA. Con la red existente no se puede llevar esas nuevas capacidades a los investigadores gallegos.
- Las nuevas aplicaciones y técnicas de trabajo en grupo demandan cada vez mayor ancho de banda.
- La red se ha convertido en un recurso estratégico e indispensable para los investigadores.

Es necesario plantearse una ampliación de los anchos de banda disponibles en las troncales y realizar acciones que posibiliten el aumento de la disponibilidad de la red.

4.- Plan de evolución de RECETGA

4.1.- Topología Actual

La Red de Ciencia y Tecnología de Galicia se soporta fundamentalmente en líneas troncales ATM o enlaces punto a punto con conexiones típicas que van desde 2 Mbps (E1) hasta los 622 Mbps.

La arquitectura de la red es de estrella, con nodo central en Santiago de Compostela, con existencia de rutas alternativas en puntos específicos.



Nodos de Acceso:

La red cuenta con 44 nodos de acceso de distintas capacidades:

- 3 conexiones a 1 Gbps
- 24 conexiones a 155 Mbps
- 2 conexiones a 11 Mbps
- 1 conexión a 10 Mbps
- 7 conexiones a 2 Mbps
- 2 conexiones a 256 Kbps
- 5 conexiones a 64 Kbps

Relación de centros actualmente conectados a Recetga

Infraestructuras, Redes y Servicios vía Radio

<u>IDENT</u> <u>NODO</u>	<u>Centro</u>	<u>Dirección</u>	<u>Tecnología</u>	<u>Capacidad</u>	<u>Operador</u>
AIMEN	AIMEN	Porriño	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
APL	Aula Productos Lacteos	Lugo	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
CCMM	Centro de Control de Acuicultura	Vilaxoan	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
CILRP	Instituto Ramón Piñeiro	Vigo	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
CISFE	CIS FERROL	Ferrol	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
CORON	Centro de Investigaciones Mariñas	Coron	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
CSIC.IIM	Instituto de Investigaciones Marinas	Vigo	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
CSIC.MBIO	Misión Biológica de Galicia	Pontevedra	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
CSIC.PSA R	Instituto de Estudios Galegos Padre Sarmiento	Santiago	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
CTAG	CTAG	Porriño	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
HCANALEJ O	Hospital Juan Canalejo	Coruña	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
HCIES	Hospital Cies	Vigo	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
HMEIXOEI RO	Hospital Meixoeiro	Vigo	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
LOURIZAN	Centro de Investigacións Forestais e Ambientais de Lourizan	Pontevedra	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
NSEG	Seminario de Estudos Galegos	Santiago	Radio Enlace	2 Mbps	Retegal
UDC.COR	UDC Coruña	Coruña	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
UDC.FER	UDC Ferrol	Ferrol	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
UVIGO.OU	UVIGO Ourense	Ourense	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
UVIGO.VI	UVIGO Vigo	Vigo	Radio Enlace	155 Mbps	Retegal
CEIDA	CEIDA	Coruña	WIFI	11 Mbps	Propia
CETMAR	CETMAR	Vigo	WIFI	11 Mbps	Propia

Infraestructuras, Redes y Servicios vía Cable

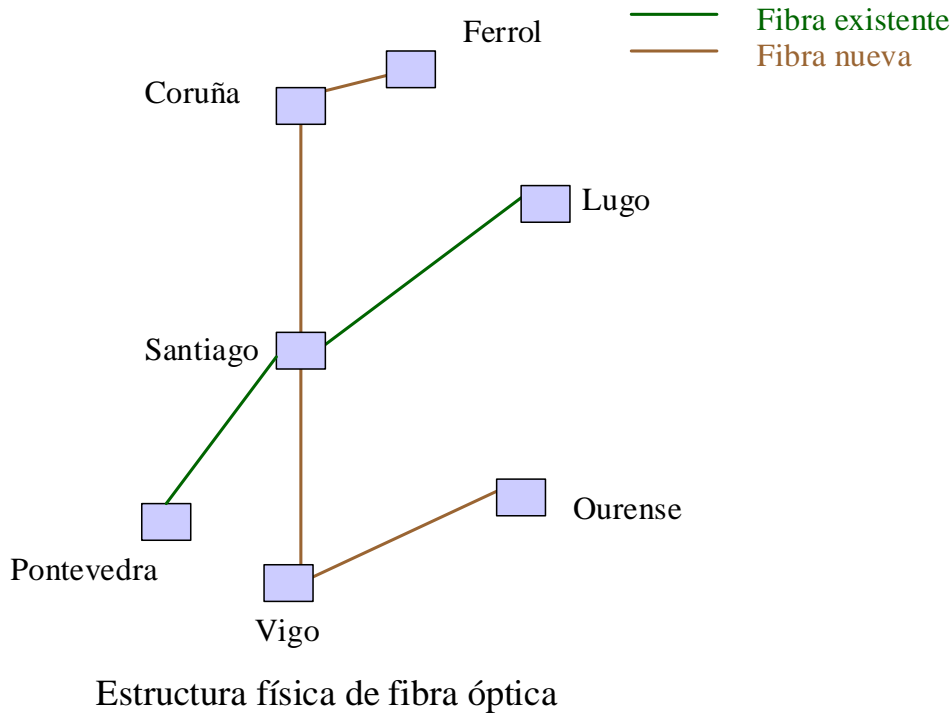
<u>IDENT</u> <u>NODO</u>	<u>Centro</u>	<u>Dirección</u>	<u>Tecnología</u>	<u>Capacidad</u>	<u>Operador</u>
ANFACO	ANFACO	Vigo	Fibra Óptica	10 Mbps	Propia
CMG	Centro Multimedia de Galicia	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
CSBG	Centro Superior Bibliográfico de Galicia	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
CSIC.IIAG	Instituto de Investigaciones Agrobiológicas	Santiago	Fibra Óptica	1 Gbps	Propia

DXID	Dirección Xeral de I+D	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Propia
FEUGA	FEUGA	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Propia
HCLINICO	Hospital Clínico Universitario	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
PC.SANTIA GO	Palacio de Congresos	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
PTG	Parque Tecnolóxico de Galicia	Ourense	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
REDIRIS	REDIRIS	Santiago	Fibra Óptica	3 * 2.5 Gbps + 622 Mbps	Propia
RETEGAL	RETEGAL	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
SERGAS	SERGAS	Santiago	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
USC.LUG	USC Lugo	Lugo	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
USC.SAN	USC Santiago	Santiago	Fibra Óptica	1 Gbps + 2*155 Mbps	Propia
UVIGO.PO	UVIGO Pontevedra	Pontevedra	Fibra Óptica	155 Mbps	Retegal
HPIÑOR	Hospital Cristal Piñor	Ourense	Frame Relay	64 Kbps	Propia
IEO.CORU ÑA	I.E.O. Delegación de Coruña	Coruña	Frame Relay	256 Kbps	Propia
IEO.VIGO	I.E.O. Delegación de Vigo	Vigo	Frame Relay	256 Kbps	Propia
JAZZTEL	JAZZTEL	Santiago	Frame Relay	2 Mbps	Propia
AGUIÑO	Centro de Experimentación en Acuicultura	Aguiño	RDSI	64 Kbps	Telefónica
LEIRO	Estación de Viticultura y Enología de Leiro	Pontevedra	RDSI	64 Kbps	Telefónica
RIBADEO	Centro de Cultivos Mariños	Ribadeo	RDSI	64 Kbps	Telefónica
GALNIX	GALNIX	Santiago	UTP	100 Mbps	Propia

4.2.- FASE I: 2003-2004

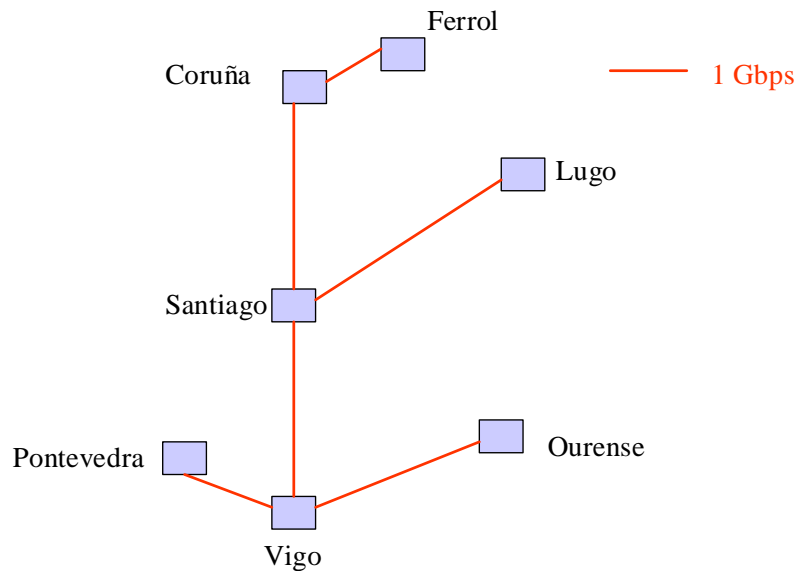
En esta fase se está procediendo a la conexión mediante fibra óptica de los siete campus de las universidades gallegas, como principales consumidoras de recursos de red en la actualidad. Se emplea tecnología Gigabit ethernet por su menor coste y no se considera necesario una conexión directa entre las ciudades de Ferrol, Ourense y Pontevedra con el Cesga, si no que se hace a

través de los campus principales de Coruña y Vigo respectivamente. La topología a implantar es la siguiente:



En el momento actual, se encuentran en fase de ejecución la interconexión de los seis de las siete ciudades gallegas a 1 Gbps. La conexión de Ferrol está pendiente de la obtención de la correspondiente partida presupuestaria.

La red actual de radioenlaces pasará a constituirse en red de backup de la nueva red de fibra, para lo cual se instalará la electrónica correspondiente, mediante la cual se automatice lo máximo posible el backup.



Estructura lógica

El nodo CESGA es el punto neurálgico de la red, en cuanto a que desde el mismo se realizan las acciones de gestión, además de proporcionar el acceso a RedIRIS. Por ello, la infraestructura de esta instalación deberá reforzarse incluyendo equipamiento crítico redundado consistente en un Gigarouter y conmutador central.

Igualmente es importante adaptar los sistemas actuales de control de humedad y temperatura, hoy insuficientes para garantizar las condiciones ambientales requeridas por el nuevo equipamiento.

Mejoras sobre la infraestructura actual:

- Presencia de la red con fibra óptica en las siete ciudades más importantes de Galicia, con lo que se facilita la integración de nuevos centros de investigación. Esto permite una mejor optimización de las conexiones de los nuevos centros al permitir utilizar la tecnología de conexión más adecuada en cada caso y, posibilita un crecimiento posterior técnica y económicamente más asumible.
- Se elimina en gran medida la dependencia de los radioenlaces como medio de acceso. Existirán puntos de acceso a la red en la zona urbana no siendo imprescindible utilizar radioenlaces para alcanzar un nodo de la red troncal.

- Sustancial aumento del ancho de banda disponible, no solo para los siete nodos principales, sino para todos los centros que acceden a través de la red de radioenlaces al desplazarse a los nuevos enlaces Gigabit ethernet el tráfico correspondiente a los campus universitarios.
- Con la estructura planteada, los siete nodos principales de la red, correspondientes a los Campus universitarios tendrán un doble acceso a la red: con fibra a un mínimo de 1 Gbps y con radioenlace a 155 Mbps. Por tanto estos nodos tendrán niveles de disponibilidad de la red mucho mayores de los actuales.
- Esta redundancia en los accesos a estos siete puntos beneficiará también a los centros no conectados a la troncal Gigabit ethernet, protegiéndolos ante un eventual fallo de la red troncal de radioenlaces.
- Permite establecer redes experimentales de forma totalmente independiente de la red de producción.

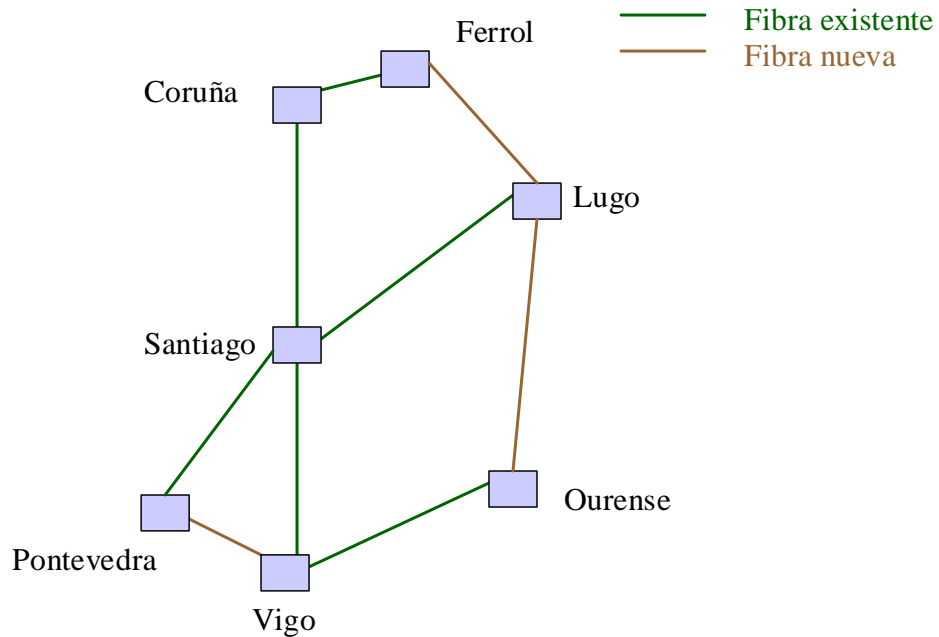
4.3.- FASE II: 2005-2006

En esta fase, se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Conseguir un ancho de banda dedicado de al menos 2.5 Gbps entre cada una de las 7 principales ciudades gallegas.
- Cerrar anillos para que la topología de la red pase a ser mallada, de manera que cada una de las 7 ciudades siempre disponga de dos caminos hacia cualquiera de los otros puntos de la red.
- Conectar, mediante fibra óptica, los nodos principales de la red de radioenlaces (Domaio, Bailadora, Xiabre, y Meda) para garantizar más ancho de banda en la troncal para aquellos puntos que sigan estando conectados mediante radioenlace.
- Proporcionar acceso a los investigadores desde cualquier lugar donde se encuentren realizando su labor.

4.3.1.- Topología de la red propuesta

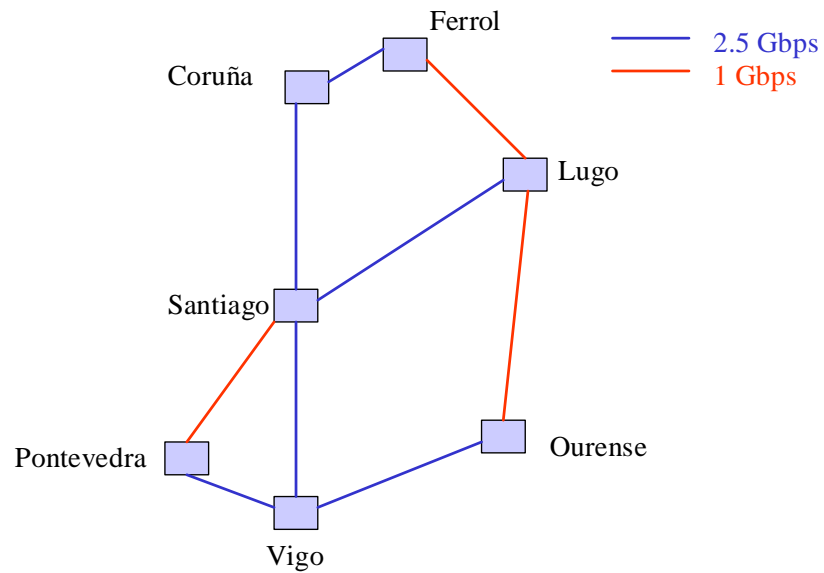
- Estructura de fibra óptica uniendo los siete campus universitarios en estructura mallada.
- Se incorporan las fibra entre las ciudades de Ferrol-Lugo, Orense-Lugo y Pontevedra-Vigo.



Estructura física de fibra óptica

- En cada campus estará disponible el equipamiento que permita utilizar dos conexiones por dos caminos diferentes hacia cualquier otro punto de la red, combinando tecnología DWDM con gigarouters. El camino principal es con un ancho de banda de 2.5 Gbps y está disponible en los campus principales y en su interconexión con los campus secundarios de cada universidad. Aprovechando la infraestructura instalada en la fase 1, se establecerá un segundo camino a 1 Gbps. Adicionalmente, se crearán los circuitos necesarios para garantizar la alta disponibilidad de los enlaces aprovechando la estructura de fibra existente.

- En cada campus, se garantizará la integración con las tecnologías de red existentes. También se integrará con la red actual de radioenlaces.

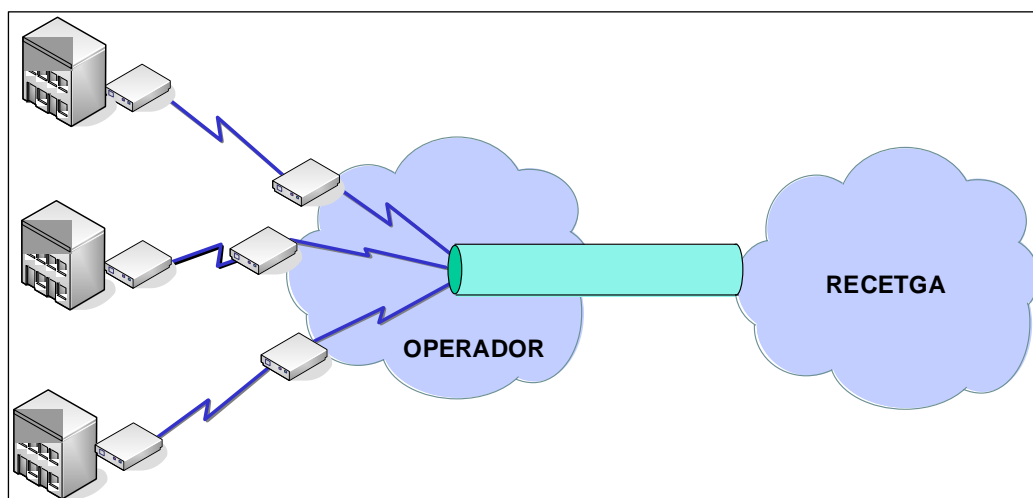


Estructura lógica

4.3.2.- Acceso desde lugar no habitual de trabajo: ADSL, Cable

Si bien actualmente, gran número de usuarios dispone en sus centros de conexiones ADSL y de cable que permiten disponer de un ancho de banda aceptable, entre el terminal de usuario y su interconexión con la operadora que le provee del servicio, la conexión a RECETGA y, por tanto, con el resto de las redes de investigación, viene condicionada por el tránsito que el tráfico de usuario sufre dentro de las redes internas de la operadora y sus conexiones a Internet. RECETGA no puede ofrecer directamente conexión por ADSL a aquellos centros en los que resulta más ventajosa, y en estos casos, lo que sucede es que el centro finalmente contrata una conexión a Internet a través de otra operadora, pero no con la suficiente calidad.

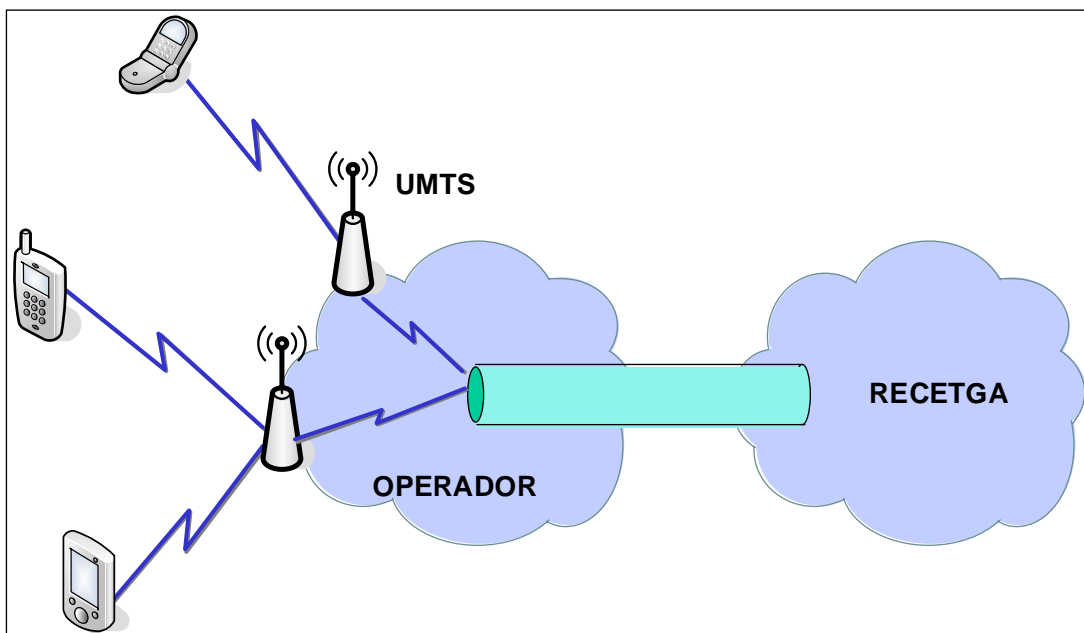
Para estos casos, el Cesga propone la contratación de este servicio a una operadora, de modo que sea ésta la que garantice el acceso desde los centros de investigación, estableciendo una red con caudal garantizado hacia el Cesga, según el esquema de la figura:



Asimismo, este servicio también permitiría el establecimiento de una red de backup en aquellos centros conectados mediante radioenlace o fibra óptica.

4.3.3.- Acceso UMTS

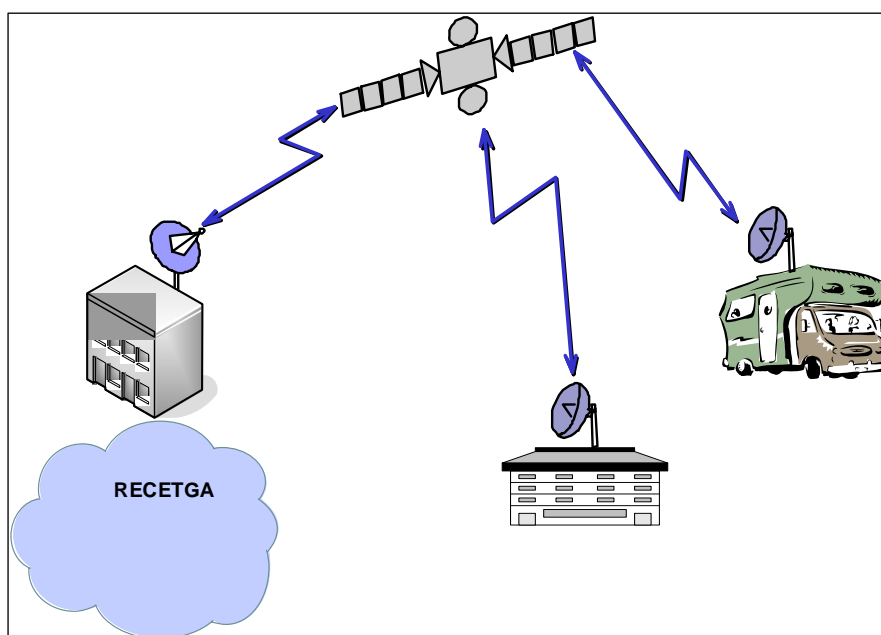
En los próximos años se prevé un despliegue masivo de la tecnología UMTS. Esto lleva a considerar que una de los posibles servicios demandados por los investigadores será la conexión móvil itinerante a los servicios de Recetga. Para que Recetga pueda ofrecer servicios de conectividad a estos usuarios, deberá contratar a una operadora que disponga de UMTS un servicio que proporcione acceso desde los terminales de usuario hasta Recetga con un ancho de banda y calidad de servicio garantizado mediante algún tipo de Red privada virtual (VPN), tal y como se indica en el esquema siguiente:



En la actualidad no es posible cuantificar el coste de este servicio ni la forma exacta de proveerlo, debido a la precariedad en la que se encuentra la implantación de UMTS en España.

4.3.4.- Conexión vía satélite

Se propone la instalación de una infraestructura que permita la conexión de investigadores y Centros de investigación vía satélite en aquellos casos en los que por razones de cobertura, no sea posible llegar con otra tecnología de banda ancha. En particular, en aquellos casos donde el investigador no precise de una infraestructura permanente, sino únicamente cuando está realizando trabajos de campo. Para ello, se propone la instalación de un tele puerto en el Cesga con un caudal de subida/bajada de satélite que permita ser distribuido entre los diferentes usuarios, tal y como se indica en el esquema:



Además, se plantea la adquisición de cuatro terminales VSAT que permitan crear una red VSAT entre el Cesga y los usuarios. Adicionalmente, desde el terminal de usuario, se puede desplegar a su vez una red de usuario de tipo WI-FI que permita llevar unidades móviles de acceso a Recetga a través de la combinación WI-FI – Satélite.

4.3.5.- Servidor de VPNs

La utilización creciente de servicios proporcionados por las redes internas en las universidades y el resto de centros de investigación, y la gran movilidad que tienen los investigadores, aconsejan la creación de un servicio que permita a estos últimos acceder desde el exterior de una manera segura como si estuviesen en la Intranet. Si bien este servicio se puede proveer de una manera sencilla de bajo coste para una cantidad pequeña de usuarios, a medida que este número aumenta se aconseja la instalación de hardware dedicado que permita prestar el servicio con las suficientes garantías de seguridad y prestaciones.

Una vez montada esta infraestructura, y toda vez que el usuario dispusiese de una conexión a Internet por cualquier medio, se podría establecer su conexión a la Intranet. En particular, este servicio es especialmente útil para permitir el acceso de los investigadores desde sus casas.

4.3.6.- Protección de red

La gran capacidad de comunicación existente en las nuevas redes de investigación, los grandes anchos de banda proporcionados por RedIRIS y el aumento en la conectividad con Internet en general han provocado un crecimiento considerable en el número de ataques hacia las redes de investigación. Los recursos valiosos existentes y el número de personas conectados a estas redes atraen a los hackers, creadores de virus, "spammers", traficantes de contenidos, etc., que precisamente por el carácter abierto de las redes de investigación, encuentran fácil realizar estos ataques. Estos ataques aparte de comprometer el buen uso de la red, y de incluso tener muchas veces consecuencias legales, se traducen en una disminución de la disponibilidad efectiva de los recursos existentes.

Por tanto, resulta aconsejable la provisión de un servicio centralizado que minimice el impacto de estos ataques mediante la instalación de las siguientes infraestructuras:

- Detectores de intrusión
- Detectores de vulnerabilidades
- Firewall
- Antivirus

Estos elementos deben ser capaces de manejar las cantidades de tráfico acordes con los nuevos anchos de banda, y ofrecer características de alta disponibilidad.

Los beneficiarios de estos servicios que ofrecería Recetga serían los investigadores conectados a los diferentes centros, y particularmente, aquellos que no disponen de infraestructuras similares. En los casos que si disponen de estos recursos, se proporcionaría un nivel adicional de protección.

4.3.7.- Gestión y monitorización

La dependencia cada vez mayor de los investigadores de las infraestructuras de red para poder desarrollar su labor habitual, hacen de la gestión de los recursos una tarea especialmente crítica. Resulta fundamental disponer de sistemas de detección inmediata de problemas en la red, herramientas de diagnóstico y actuación que minimicen el tiempo de indisponibilidad de los enlaces. El carácter distribuido de la propia red y la imposibilidad de disponer de personal cualificado en cada uno de los nodos de interconexión, llevan a considerar como elementos importantes, aquellos que permitan detectar y resolver los problemas de red remotamente. Muchas veces ocurre que la causa fundamental que impide la rápida reparación de una avería, es la imposibilidad de acceder físicamente al nodo en cuestión para acciones tan simples como apagar y encender el equipo que está dando problemas.

Se propone la inclusión en cada uno de los nodos principales de la red de elementos que permitan remotamente:

- Acceso a consolas de equipos principales
- Control de potencia de equipos principales
- Sondas de análisis de protocolos

- Estación de monitorización de calidad de servicio

--

ANEXO

Red de Ciencia y Tecnología de Galicia

Introducción:

Con la instalación en 1993 del Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA) en Santiago de Compostela se pone en funcionamiento en Galicia una red de interconexión entre los 7 campus universitarios presentes en la comunidad. El CESGA será la entidad encargada de velar por la gestión de esta red y el responsable último de su expansión en Galicia. Esta red, que desde su nacimiento no ha dejado de crecer tanto en ancho de banda como en número de centros conectados, se denomina Rede de Ciencia e Tecnoloxía de Galicia (RECETGA).

RECETGA es hoy una infraestructura de comunicaciones propiamente gallega que no depende de operadoras externas. Hoy, las operadoras, proveedoras de conectividad y servicios de comunicaciones, no disponen de alternativas a RECETGA en cuanto a relación precio/prestaciones.

Objetivos:

- Proveer servicios de comunicaciones a la comunidad académica y de investigación en Galicia.
- Proveer un entorno tecnológico que posibilite la Investigación, Desarrollo e Innovación en el campo de las comunicaciones en nuestra comunidad.
- Favorecer el desarrollo de la Sociedad de la Información y el Conocimiento en Galicia.

Usuarios:

Actualmente RECETGA da servicio de comunicaciones a los siete Campus Universitarios gallegos, Centros Tecnológicos y de Investigación dependientes de la Xunta de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Instituto Español de Oceanografía, Laboratorios de Investigación de Complejos Hospitalarios y más de veinte instituciones y empresas que trabajan en I+D+I. El número de usuarios de la red se cifra entorno a los 100.000, incluyendo, docentes, investigadores, estudiantes, etc.

Estructura:

RECETGA es una red ATM soportada sobre fibra óptica y radio enlaces, con un ancho de banda en la troncal de hasta 622 Mbps. La topología es mixta, presentando una troncal mallada en su mayor parte y el resto en estrella, con un nodo central situado en Santiago de Compostela.

Nodos de Acceso:

La red cuenta con 44 nodos de acceso de distintas capacidades:

- 3 conexiones a 1 Gbps
- 24 conexiones a 155 Mbps
- 2 conexiones a 11 Mbps
- 1 conexión a 10 Mbps
- 7 conexiones a 2 Mbps
- 2 conexiones a 256 Kbps
- 5 conexiones a 64 Kbps



Gestión de Red:

El CESGA gestiona el tráfico en todos los tramos de RECETGA haciendo uso de herramientas de gestión de red avanzadas, tanto comerciales como desarrolladas y adaptadas por el CESGA.

Mantenimiento de Equipos:

El CESGA mantiene un convenio con la empresa RETEGAL, S.A. dependiente de la Dirección Xeral de Comunicación e Audiovisual de la Consellería de Cultura, Comunicación Social e Turismo de la Xunta de Galicia. En virtud de este convenio, RETEGAL, S.A. lleva a cabo las tareas de mantenimiento del equipamiento físico que conforma la red y que se encuentra distribuido en múltiples puntos de la geografía gallega (radio enlaces, fibras ópticas, switches, routers, conmutadores, etc.).

Financiación:

Las inversiones realizadas en los equipos RECETGA han sido co-financiadas con partidas de FEDER, con fondos de la *Xunta de Galicia*, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Conexión con otras redes científico-académicas y de investigación:

El CESGA aloja el nodo de RedIRIS en Galicia, la red de comunicaciones de la comunidad científica española. Este nodo está conectado mediante 3 líneas de 2'5 Gbps y 1 línea de 622 Mbps. A través de RedIRIS, los usuarios de RECETGA acceden a la red paneuropea GÉANT y a otras redes internacionales de I+D como Internet 2, Abilene, Ca*Net, CLARA, etc

Conexión con redes comerciales:

Los usuarios de RECETGA intercambian su tráfico de red con usuarios de redes comerciales a través de diversos puntos. El CESGA aloja el Punto Neutro de Intercambio de Tráfico de Internet en Galicia (GALNIX) que facilita el intercambio de tráfico con origen y destino en la comunidad gallega. Los investigadores gallegos, a través de RedIRIS, también acceden a las redes comerciales a través del punto neutro estatal de intercambio de tráfico de Internet, ESPANIX.

Servicios de red:

El CESGA provee servicios comunes de red a los centros conectados a RECETGA, entre los que se incluyen servicios de: DNS, Alojamiento de Webs, Correo electrónico (con anti-virus), Listas de Correo, Webmail, Estadísticas de uso, FTP, News, Mirrors (de contenidos de interés para la comunidad científica), Servicios de Acceso Remoto, VozIP, Multicast, Videoconferencia, MCU/Gateway, ILS, LDAP, SIP, Proxy-Caché, Herramienta de Gestión de Red y Servicios de Seguridad (auditoría, gestión de incidentes, ...)

Servicios específicos CESGA a través de la Red:

Además de los servicios descritos en el apartado anterior, el CESGA, a través de la red, pone a disposición de sus usuarios otros servicios, entre los que cabe destacar: acceso a servidores de computación de altas prestaciones, acceso a aplicaciones de cálculo y simulación, acceso a Grids computacionales, almacenamiento masivo de datos, visualización científica, acceso a la red de aulas de tele-enseñanza (1 por campus), acceso a plataformas software de tele-enseñanza o acceso a cartografía digital.

La existencia de RECETGA posibilita que distintas instituciones usuarias puedan participar en proyectos e iniciativas de investigación nacionales e internacionales tales como IRISGRID, CROSSGRID, LHCb o MISION PLANCK. La red también ha fomentado el uso de Internet como medio de intercambio de información especializada. La alta capacidad de transferencia de datos ha favorecido la creación de BUGALICIA, una de las mayores bibliotecas universitarias de publicaciones electrónicas on-line de Europa, así como la constitución de redes temáticas en Galicia como la Rede Galega de Bioinformática o la Rede Galega de Computación Paralela, Distribuida e de Tecnoloxías GRID.

Especificaciones Técnicas

Red Troncal

Basada en Radio enlaces SDH a 155 Mbps.

Conmutadores ATM de Marconi ASX-1000.

Dos anillos de radioenlaces (Norte y Sur) al que se conectan los enlaces de acceso.

Red de Acceso

Basada en Radioenlaces SDH a 155 Mbps y Fibra Óptica a 155 Mbps.

En casos puntuales, cañones láser con rango de transmisiones, enlaces RDSI o Wireless.

Conmutadores ASX200, FORE LAX-20, PowerHUB 6000 e 7000, y ENTERASYS XP-2400.

Gestión de Red

Basada en SPECTRUM de Aprisma y desarrollos propios.

Conexión a RedIRIS

Tres líneas a 2,5 Mbps e 1 a 622 Mbps.

Red Interna CESGA

Red Fast Ethernet-Gigabit EThernet.

Red ATM

Conmutadores ATM ASX-1000 de Marconi y conmutadores Gigabit Marconi y 3COM.

ATM y Gigabit hasta el puesto en aquellos servicios que lo requieran.

Tráfico

CBR, ABR, VBR, UBR

Evolución Histórica

La puesta en marcha del Centro de Supercomputación de Galicia permitió, además de ofrecer servicios de cálculo de altas prestaciones, la conexión de los siete campus de las tres universidades de Galicia y de los cuatro centros que el Centro Superior de Investigaciones Científicas posee en Galicia. Así se creó la Red de Ciencia e Tecnología de Galicia (RECETGA), que tenía como objetivo servir como interconexión de los diferentes centros y dar acceso a la red Internet a través de RedIRIS. El Centro de Supercomputación de Galicia es uno de los 17 nodos que constituyen RedIRIS, que es la red española de intercomunicación de las distintas universidades y centros de investigación, encargándose además de la conexión con las redes internacionales.

En su primera etapa (1993 - 1995), RECETGA fue constituida como una red en estrella de banda estrecha, haciendo uso de los medios disponibles en aquella fecha: líneas punto a punto, líneas RTC,... Se establecieron diferentes conexiones a los distintos centros en función del número de usuarios, el volumen de información transmitido y el elevado coste de las distintas alternativas. Los campus de La Coruña y Vigo fueron conectados por medio de líneas punto a punto de 64Kbps. Para este fin, el CESGA instaló un router CGS en cada uno de los dos campus (en SIAIN en la Coruña y en CACTI de la Universidad de Vigo), los que cuales fueron conectados a las redes locales de cada uno de los campus. Para la conexión del Campus de Santiago, se aprovechó el que el CESGA se encontrase ubicado dentro del propio campus. En un primer momento, la conexión se realizó vía Ethernet. A lo largo del año 1994, la Universidad de Santiago de Compostela unió todos sus centros del Campus de Santiago por medio de una red FDDI que se conectó al CESGA de esta forma.

Para la conexión de los otros cuatro campus se adoptó una solución diferente. El número de usuarios de estos campus era muy inferior al de los otros tres, con lo cual el tráfico existente no justificaba el alquiler de líneas punto a punto. Por este motivo, la conexión se realizó con líneas RTC a 14.4 Kbps. En cada uno de estos campus se instaló un router IGS de CISCO con interface Ethernet al que fueron conectadas las redes locales de los campus.

La conexión del centro del CSIC de Vigo se hizo mediante una línea punto a punto de 64 Kbps entre el centro y el Campus de Vigo. Debido a su proximidad al CESGA, el centro del CSIC de Santiago se conectó mediante una fibra óptica en Ethernet. Para los otros dos centros del CSIC en Galicia se optó por líneas RTC.

Tanto las conexiones como las redes de los distintos campus fueron evolucionando. En 1995, la Universidad de Vigo conectó sus centros del Campus de Vigo en FDDI. Durante el año 1996, la Universidad de La Coruña interconectará internamente sus centros de los campus de la Coruña y Ferrol en ATM. La Universidad de Santiago de Compostela conectará sus centros del Campus de Lugo en FDDI, y la Universidad de Vigo hará lo mismo con los centros de los campus de Ourense y Pontevedra.

La conexión con el resto de España y del mundo, se hace a través de RedIRIS. La conexión con Madrid se hacía con una línea punto a punto de 64 Kbps; a partir de Enero de 1996, esa línea pasó a ser de 2 Mbps.

La base de los protocolos de la red está constituida por la familia de protocolos TCP/IP. La configuración de la red está orientada a este protocolo, aunque está abierta a otros tipos de protocolos.

El esquema general de red, en su primera etapa era el siguiente:

□ :

Este diseño de la red estuvo en vigente a lo largo de los años 94 y 95. En este periodo las necesidades de ancho de banda en las comunicaciones cambiaron de forma importante. El número de usuarios que accedían a la red era cada vez mayor (este número se vio incrementado debido a la instalación de las diferentes redes locales en los distintos campus), surgiendo cada día nuevas aplicaciones que les daban más facilidades a los usuarios pero que exigían un ancho de banda cada vez mayor, lo que llevaría a la saturación de la red. Se hacía necesaria, por lo tanto, la actualización de la red, dotando a la comunidad científica Gallega de una red con capacidad para adaptarse a los nuevos requerimientos.

Para resolver esta situación, el CESGA solicitó y consiguió una ayuda a cargo de los Fondos de Desarrollo Regional, FEDER de la Unión Europea para convertir la red antigua en una red de banda ancha. El objetivo de este proyecto era el de realizar una mejora muy importante, por lo que se optó por usar la última tecnología disponible en ese momento, ATM. Con el fin de proceder a la implantación física y lógica de la red, se solicitó la colaboración de las distintas empresas y entes para que presentasen una solución. A esa solicitud acudieron: Retevisión, Unión Electrica Fenosa, Telefónica de España y la Dirección Xeral de Comunicación Social da Xunta de Galicia. Estas cuatro organizaciones presentaron solicitudes basadas en fibra óptica (Telefónica de España, Unión Eléctrica Fenosa) y radioenlaces (Retevisión, S.X. Comunicación). De la evaluación tanto técnica como económica de las propuestas realizadas se constató que la mejor de las mismas en todos los apartados era la realizada por la S.X.de Comunicación apoyada en la red de radionelaces que usa la Radio Televisión de Galicia. En apartados posteriores se incluye un breve resumen de las características de la Red.

Por todo lo expuesto anteriormente, se planteó una solución en la que la red troncal debería consistir en un sistema con rutas alternativas y redundantes (para poder redistribuir el tráfico por criterios de congestión, eficacia, caída de enlace, etc.) que interconecta todos los campus con un ancho de banda de 34/155 Mb. A cada uno de estos nodos, y por medio de enlaces a 155 Mb se conectarán a los distintos centros (red de acceso). Esta red proporcionará grandes anchos de banda y permitirá la asignación dinámica de los mismos en función de las necesidades y de la demanda. Esta red será flexible y modular, lo que permitirá su posterior crecimiento, así como independiente de las aplicaciones del usuario y de los servicios a ofrecer. La red incorporará distintas redes lógicas sobre una red física única garantizando la impermeabilidad o permeabilidad entre ellas en función de las necesidades, siendo operativamente una red única desde el punto de vista de control, gestión y administración.

La red actual es una red ATM con soporte SDH en la red de acceso y en la red troncal, soporte PDH en la primera fase y SDH en la segunda, que usa como medio de transmisión radioenlaces y fibra óptica

El modo de transferencia asíncrono (ATM) es una de las últimas tecnologías disponibles. Es un sistema de alta velocidad que permite la transmisión simultánea de voz, vídeo y datos a grandes velocidades. Está basado en la combinación de técnicas de conmutación de paquetes y multiplexación por división de tiempo. De esta manera y mediante el uso de celdas de longitud fija, se pueden combinar el tráfico de voz, vídeos y datos.

En ATM se pueden diferenciar cuatro tipos de tráfico en función de sus necesidades y características: CBR (Constant Bit Rate) principalmente voz e imagen, VBR (Variable Bit Rate)

video comprimido, ABR (Available Bit Rate) datos a ráfagas y UBR (Unespecified Bit Rate) principalmente datos no críticos.

ATM proporciona grandes anchos de banda (34 Mb, 155 Mb, 622 Mb). Estas capacidades, junto con el hecho de soportar los cuatro tipos de tráfico antes descritos, hace que sobre una red ATM puedan convivir diferentes aplicaciones como: transmisión de datos, videoconferencia, aplicaciones gráficas interactivas, vídeo bajo demanda, ... En lo que se refiere a gestión, ATM permite una gestión dinámica del ancho de banda, lo que permite asignar diferentes anchos de banda a las diferentes aplicaciones según las necesidades de cada una en cada momento.

En conclusión se puede decir que ATM será la tecnología dominante en los próximos años. Su aplicación no se restringe a las redes de área extensa (WAN) como medio de interconexión de redes de área local (LAN), sino que es una tecnología que abarca todo tipo de redes, para aplicaciones de voz, datos e imagen. A diferencia de las otras tecnologías actuales, ATM trabaja con tráfico isócrono (voz) y tráfico a ráfagas (datos), lo que la convierte en una tecnología muy poderosa.

Por estas razones se optó por una solución ATM para RECETGA. La red troncal, es una red con una topología de doble malla con seis nodos, estando el nodo central situado en Santiago. Las comunicaciones se establecen haciendo uso de radioenlaces, con un ancho de banda de 34 Mb, y una trama de reserva de 34 Mb en cada enlace para posibles caídas. Los nodos de acceso se conectan a la red troncal mediante radioenlaces, con un ancho de banda en todos los nodos de acceso de 155 Mb. En una segunda fase, el ancho de banda de la troncal será de 155 Mb.

Los equipos de la red troncal son ASX-200/BX de Fore Systems. Este conmutador presenta una arquitectura que hace posible unos tiempos de retardo mínimos y no existen pérdidas de celdas dentro del conmutador. La conexión con el resto de los conmutadores de la red troncal se hace actualmente por medio de radioenlaces PDH a 34 Mb. Para eso se dispone en cada uno de los conmutadores de interfaces 34 Mb E-3. Para la interconexión con los conmutadores de acceso se dispone de interfaces 155 Mbps OC-3/STM1 Monomodo, los que se interconectan a las tarjetas ópticas de los radioenlaces

Los radioenlaces son RADio Síncrono (SRA/18m STM-1 18GHz de Siemens). Como se comentó antes, estos equipos disponen de un interface óptico monomodo para la interconexión con los conmutadores de la red troncal y con los conmutadores de acceso.

Los conmutadores de acceso son LAX-20 de Fore Systems. En su configuración disponen de cuatro puertos Ethernet y de un puerto ATM con interface 155 Mbps OC-3/STM1 monomodo, el cual se interconecta con el interface óptico del radioenlace. En la siguiente figura se puede ver un esquema de las conexiones:



Finalizadas las dos primeras fases, la evolución de la red continuará en los años siguientes, migrando la fibra óptica, dejando los enlaces anteriores como enlaces de backup ante problemas eventuales en la fibra.

Esta red proporciona grandes anchos de banda y permite la asignación dinámica de los mismos en función de las necesidades y de la demanda. Esta tarea se hace desde el sistema de gestión, que estará constituido por el software Foreview, que permite, entre otras cosas, la configuración de los equipos, generación de estadísticas, control centralizado de la red, etc.

Centros usuarios de RECETGA

A Coruña

Campus da Coruña (Universidade da Coruña)

Teléfono: +34 981 16 70 00
Correo-e: red@udc.es
Dirección URL: www.udc.es

Instituto Universitario de Estudios Europeos

Casa da Galería - Campus de Elviña
Teléfono: 981 16 70 00
Fax: 981 16 70 13

Instituto Universitario de Xeoloxía

Casa do Francés - Campus da Zapateira
Teléfono: 981 16 70 00
Fax: 981 16 70 75

Instituto Universitario de Ciencias de Medio Ambiente

Casa do Francés - Campus da Zapateira
Teléfono: 981 16 70 00
Fax: 981 16 70 75

Campus de Ferrol (Universidade da Coruña)

Correo-e: red@udc.es
Dirección URL: www.udc.es

Campus de Santiago (Universidade de Santiago)

Dirección URL: www.usc.es
Teléfono: +34 981 56 31 00

Instituto de Lingua Galega (ILG)

Praza da Universidade, 4
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 52 83 / 981 56 31 00 Ext.12801/12815
Fax: 981 57 27 70
Correo electrónico: ilganton@usc.es

Instituto de Acuicultura

Institutos Universitarios. Bloque - C
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Telf. 981 56 31 00 Ext. 16048
Correo electrónico: iacusec@usc.es

Instituto de Cerámica

Edificio Monte da Condesea
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 31 00 Ext. 13543/44
Fax: 981 56 42 42
Correo electrónico: cekiko@usc.es

Instituto de Ciencias da Educación (ICE)

Praza de Mazarelos, 1
15782 Santiago de Compostela
Teléfonos: 981 56 31 00 Ext. 12639/40/80
Fax: 981 58 34 89
Correo electrónico: icesec@usc.es

Instituto de Criminoloxía

Facultade de Dereito
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 59 24 15 / 981 56 31 00 Ext. 14680/14686/ 14692
Fax: 981 59 15 54
Correo electrónico: icsec@usc.es

Instituto de Dereito Industrial

Facultade de Dereito. Dto. de Dereito Mercantil e do Traballo
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 31 00 Ext. 14701
Fax: 981 59 15 54
Correo electrónico: idisec@usc.es

Instituto de Estudos e Desenvolvemento de Galicia (IDEGA)

Avda. das Ciencias s/n
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 59 11 66 / 981 56 31 00 Ext. 14336/14339
Fax: 981 59 99 35
Correo electrónico: idgsec@usc.es

Instituto de Farmacia Industrial

Facultade de Farmacia
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 59 46 27 / 981 56 31 00 Ext. 14886
Fax: 981 54 71 48
Correo electrónico: ffancon@usc.es

Instituto Galego de Física de Altas Enerxías

Facultade de Físicas
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 31 00 Ext. 13986

Instituto de Informática

Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 31 00 Ext. 13557
Fax: 981 59 94 12
Correo electrónico: bruguera@dec.usc.es
URL: <http://eio.usc.es/pub/iinformatica/inicio.htm>

Instituto de Investigación e Análises Alimentarias

Institutos Universitarios. Bloque - B
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 31 00 Ext. 16113
Fax: 981 54 71 71
Correo electrónico: iiadir@usc.es

Instituto de Investigacións Tecnolóxicas

Institutos Universitarios. Bloque-A
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 52 08 29 / 56 31 00 Ext.:13969
Fax: 981 52 08 29
Correo electrónico: eljarías@usc.es
URL: <http://www.usc.es/iit/home.html>

Instituto de Matemáticas

Facultade de Matemáticas
Campus Universitario Sur
15782 Santiago de Compostela
Teléfono: 981 56 31 00 Ext: 13188
Fax: 981 59 70 54
URL: <http://www.usc.es/imat>

Instituto de Medicina Legal

Facultade de Medicina e Odontoloxía
Rúa San Francisco s/n
15782 Santiago de Compostela
Teléfono. 981 56 31 00 Ext. 12214 /12216
Fax: 981 58 03 36
Correo electrónico: apimlsol@usc.es
URL: <http://www.usc.es/imlus/>

Escola de Práctica Xurídica

Facultade de Dereito
Campus Universitario Sur
15782. Santiago de Compostela
Teléfono: 981 58 17 13 / 981 56 31 00 Ext.14634
Fax: 981 59 15 54 - 981 58 11 32

Centro de Experimentación en Acuicultura.

Dirección: Punta Couso s/nº, Aguiño.
Ribeira 15965
Teléfono:+ 34 981 84 16 00
Fax: +34 981 84 15 16

Centro de Información e Tecnoloxía Ambiental

Dirección: Basquiños 2,
15704 Santiago
Teléfono:+ 34 981 54 10 55
Fax: +34 981 54 17 57

Centro de Innovación e Servicios

Dirección: A Cabana s/n, 15590 Ferrol
Teléfono:+ 34 981 102 100
Fax: +34 981102 102
Correo-e: info@cisgalicia.org
Dirección URL: www.cis.igape.es

Centro de Investigacións Lingüísticas Ramón Piñeiro

Dirección: Estrada Santiago-Noia Km 3 (A Barcia), 15896 Santiago
Teléfono: +34 981 54 25 36
Fax: +34 981 54 25 53
Correo-e: webmaster@cirp.es
Dirección URL: www.cirp.es

Centro Oceanográfico de A Coruña

Dirección: Muelle de las Ánimas, s/n
Apdo. 130, 15001 A Coruña
Tel: +34 981 20 53 62
Fax: +34 981 22 90 77
Correo-e: ieo.coruna@co.ieo.es
URL: www.ieo.es/coruna.htm

Centro de Supercomputación de Galicia

Dirección: Avda Vigo s/n.
15706 Santiago
Teléfono: +34 981 56 98 10
Fax: +34 981 59 46 16
Correo-e: www@cesga.es
URL: www.cesga.es

Centro Superior Bibliográfico de Galicia

Dirección: Rúa do Hórreo nº61,
15702 Santiago
Teléfono: +34 981 544 8 10 / 44 22
Fax: +34 981 54 50 65 / 48 87
URL: <http://biblioteca.cesga.es>

Dirección Xeral de Investigación e Desenvolvemento

Dirección: Rúa dos Feáns- 7 Local C
15706 Santiago de Compostela
Teléfono: +34 981 54 10 88
Fax: +34 981 54 10 39
URL: www.cesga.es/SXID

Dirección Xeral de Universidades

Dirección: San Caetano s/n
15704 Santiago
Teléfono: +34 981 54 54 27
Fax: +34 981 54 54 22
URL: <http://www.xunta.es/conselle/ceoug/dxu/>

Fundación Empresa Universidade de Galicia (FEUGA)

Campus Sur
15706 Santiago (A Coruña)
Teléfono: 981 58 96 33
Fax: 981 57 08 48
URL: www.feuga.cesga.es
Correo-e: feuga@cesga.es

Hospital Juan Canalejo

Dirección: Jubias de Arriba 84,
15006 Coruña
Teléfono: +34 98117 80 00
URL: www.canalejo.org

Hospital Xeral de Galicia

Dirección: Calle Galeras s/n,
15705 Santiago
Teléfono: +34 981 54 00 19
Fax: +34 981 54 01 64

Instituto de Estudios Gallegos "Padre Sarmiento" (CSIC - Xunta de Galicia)

Dirección: Hospital de San Roque
R/ San Roque, 2
E- 15704 Santiago de Compostela
Tel. +34 981 55 21 39
Fax +34 981 55 45 70
Correo-e: pacoq@cesga.es
URL: www.iegps.csic.es

Instituto de Investigacións Agrobiológicas de Galicia (CSIC)

Dirección: Avda Vigo,
15706 Santiago
Teléfono: +34 981 59 09 58

Seminario de Estudios Galegos

Dirección: Instituto Galego de Información
San Marcos
15890 Santiago

Palacio de Congresos e Exposicións de Galicia

Dirección: San Lázaro s/n
15703 Santiago
Teléfono: +34 981 55 24 20
Fax: +34 981 57 75 50
URL: <http://www.pcgal.org>
Correo-e: info@pcgal.org

Xunta de Galicia (San Caetano)

Dirección: Edificios Administrativos San Caetano
15704 Santiago
URL: www.xunta.es

Lugo

Campus Universitario (Universidad de Santiago)

Teléfono: +34 981 56 31 00

Centro de Cultivos Mariños (Ribadeo)

Peirao de Porcillán s/n 27700 Ribadeo
Teléfono: +34 982 12 81 00
Fax: +34 982 13 03 91

Aula de productos lácteos

Recinto ferial de Lugo
El palomar, s/n 27004
Teléfono: +34 982 25 22 31
Fax: +34 982 25 16 11
URL: apl.lugo.usc.es

Pontevedra

ANFACO

Dirección: Campus Univrsitario. Lagoas (Marcosende), 36310 Vigo

Teléfono: +34 986 46 93 01

Fax: +34 986 46 93 01

URL: www.anfaco.com

Correo-e: geyper@didega1.lsi.uvigo.es

Campus de Pontevedra (Universidade de Vigo)

Teléfono: +34 986 81 36 36

URL: www.uvigo.es

Campus de Vigo (Universidade de Vigo)

Teléfono: +34 986 81 36 36

URL: www.uvigo.es

Escola Técnica Superior de Enxeñeiros Industriais e Minas

Campus Universitario de Marcosende

36200 Vigo

Teléfono: 986 81 22 00

Fax: 986 81 22 01

Escola Universitaria de Fisioterapia

Campus A Xunqueira s/n

36005 Pontevedra

Teléfono: 986 80 17 50

Fax: 986 80 17 80

Escola Universitaria de Enxeñería Técnica Forestal

Campus A Xunqueira s/n

36005 Pontevedra

Teléfono: 986 80 19 00

Fax: 986 80 19 07

Centro de Control da Calidade do Medio Mariño

Dirección: Peirao de Vilaxoán s/n

Vilaxoán 36600 Vilanova de Arousa

Teléfono: +34 986 51 23 20

Fax: +34 986 51 23 22

Centro Investigaciones Forestales de Lourizán

Dirección: Pedro Ruiz Zorrilla

Apdo. 127, 36080 Pontevedra

Teléfono: +34 986 85 64 00

Fax: +34 986 85 64 20

Correo-e: roman@imia.es

Centro de Investigacións Mariñas (CIMA)

Dirección: Pedras do Corón s/n

36620 Vilanova de Arousa

Teléfono: +34 986 50 01 55

Fax: +34 986 50 01 61

Correo-e: cima@cimacoron.org

Centro Oceanográfico de Vigo

Dirección: Cabo Estay
Punta del Apio-San Miguel de Oya
Apdo. 1552, 36280 Vigo
Tel: +34 986 49 21 11
Fax: +34 986 49 23 51
URL: www.ieo.es/vigo.htm
Correo-e: alberto.gonzalez.garces@vi.ieo.es

Fundación Empresa Universidade Galega

Dirección: Edificio CACTI-FEUGA
Lagoas - Marcosende 36200 VIGO
Tel.: 34 986 812665
Fax: 34 986 812666
Correo-e: amontero@feuga.es
URL: www.feuga.cesga.es

Hospital Meixoeiro

Dirección: Camiño Meixoeiro s/n Boucioa 36214 Vigo, Pontevedra
Teléfono: +34 986 81 11 11
URL: www.cesga.es/hmeixoeiro

Hospital Xeral Cies

Dirección: Calle Pizarro nº22,
36204 Vigo
Teléfono: +34 986 81 60 00
URL: www.unicies.cesga.es

Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC)

Dirección: Eduardo Cabello nº6
36208 Vigo
Teléfono: +34 986 23 19 30
Fax: +34 986 29 27 62
URL: www.iim.csic.es

Misión Biológica de Galicia (CSIC)

Dirección: Carballeira 8 Salcedo,
36080 Pontevedra
Teléfono: +34 986 85 48 00
Fax: +34 986 84 13 62
URL: www.mbg.csic.es

Ourense

Campus Universitario (Universidade de Vigo)

Teléfono: +34 986 81 36 36

Estación de Viticultura e Enoloxía de Leiro

Dirección: Ponte de San Clodio s/n
32427 Leiro
Ourense
Teléfono: +34 988 48 80 33
Fax: +34 988 48 81 91
URL: www.cesga.es/EVEGA

Parque Tecnolóxico de Galicia

Dirección: San Cibrao das Viñas, 32901 Ourense
Teléfono: +34 988 36 8100
Fax: +34 988 36 81 01
URL: www.ptg.es
Correo-e: ptg@ptg.es

Hospital Cristal Piñor

Dirección: Ramón Puga 52, 32005 Ourense

Teléfono: +34 988 38 55 00

Dirección URL: www.cristalp.es