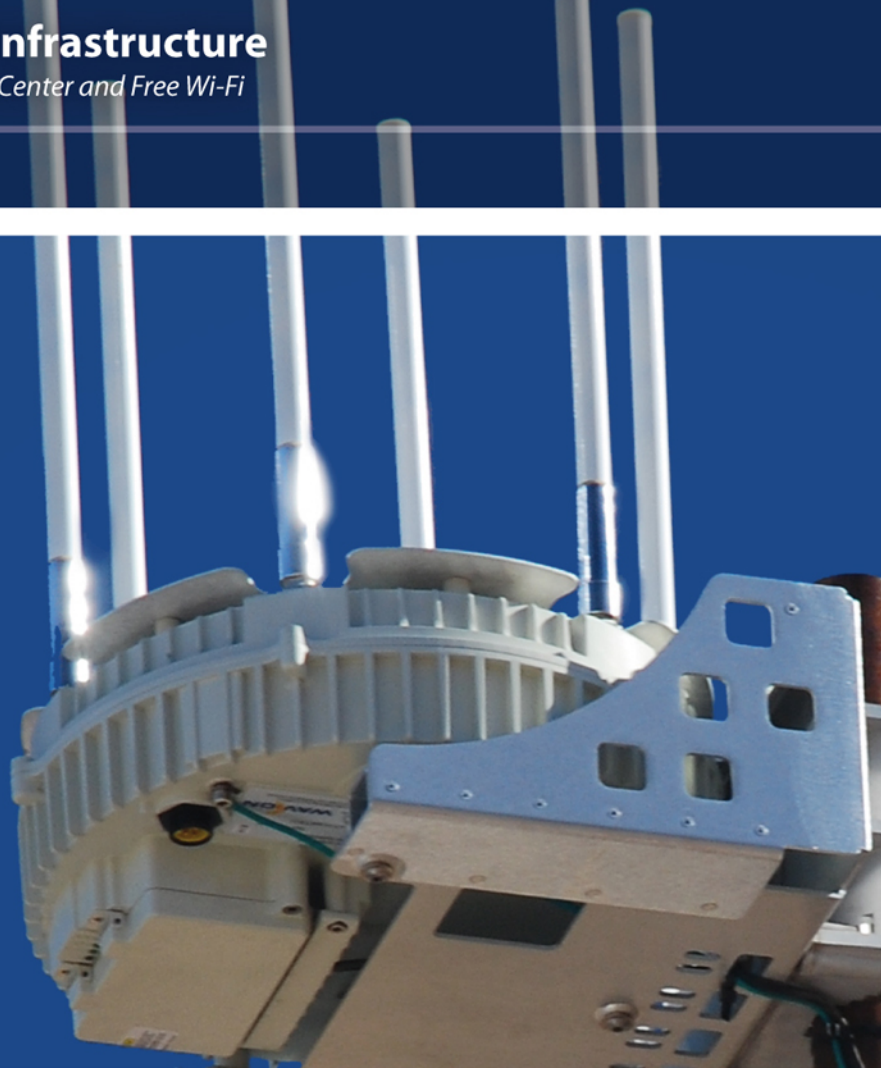


# La infraestructura digital de la provincia de San Luis

Autopista de la Información, Data Center y Wi fi Gratuito

## San Luis' Digital Infrastructure

*Information Highways, Data Center and Free Wi-Fi*



José Jeréz / Alejandro Munizaga





# **La infraestructura digital de la provincia de San Luis**

**Autopista de la Información, Data Center y Wi-fi Gratuito**

## **Digital Infrastructure in the Province of San Luis**

**Information Highway, Data Center and Free WiFi**

Jerez, José

La infraestructura digital de la provincia de San Luis : autopista de la informacion, data center, wi fi gratuito / Jose Jerez y Alejandro Munizaga. - 1a ed. - La Punta : Universidad de La Punta, 2010.

EBook.

ISBN 978-987-25828-2-1

1. Informática. I. Munizaga, Alejandro II. Título

CDD 005.3

Fecha de catalogación: 20/04/2010

#### **Coordinación General**

Nestor Arellano

#### **Edición**

Darío Calderón

#### **Diseño**

Rocío Juárez

#### **Fotografía**

Jorge Andinach, Archivo ULP

#### **Traducción**

Lucía Zuppa

#### **Diseño de tapa**

Diego González

#### **Colaboración**

Mario Alcaraz

1ª edición

ISBN: 978-987-25828-2-1

© **Universidad de La Punta, 2010**

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

Libro de edición argentina

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446



## **La infraestructura digital de la provincia de San Luis**

**Autopista de la Información, Data Center y Wi-fi Gratuito**

## **Digital Infrastructure in the Province of San Luis**

**Information Highway, Data Center and Free WiFi**





## Prólogo

# San Luis Digital: trazando el camino hacia el futuro

El conocimiento pulsó el click de una nueva revolución para la humanidad y en nuestro planeta se viven tiempos exponenciales. Las innovaciones, cada vez más frecuentes, reconfiguran todo lo conocido y las sociedades las adoptan a mayor velocidad.

Atravesamos una tormenta perfecta que afecta todos los aspectos de la vida cotidiana. Y ante su inexorabilidad es necesario prestar atención a los cuatro factores que la componen: la revolución tecnológica, la revolución económica, la revolución social; y la participación de la generación de nativos digitales y jóvenes, que sientan un precedente histórico: por primera vez, ellos saben más de un tema que sus padres.

El futuro no se puede predecir, pero se puede participar en su invención en forma colaborativa, con todos los integrantes de una sociedad formada, capacitada, interesada, que disponga del conocimiento para generar innovaciones que optimicen la productividad y el desarrollo económico.

### ***San Luis Digital: tracing the road to the future***

*Knowledge clicked on a new revolution for humanity and our planet is living exponential times. Innovations are more and more frequent and reconfigure everything that is known and societies adopt them at a faster rate.*

*We are going through a perfect storm that affects all aspects of daily life. Facing its inevitability, it is necessary to pay attention to the four factors that make it up: technological revolution, economic revolution, social revolution and the participation of digital natives and youngsters who establish a historical precedent: for the first time they know more about a topic than their own parents.*

*Future cannot be predicted, but we can participate in its invention in a collaborative way, with all the members of a society, trained, interested and that owns the knowledge to generate innovations that will optimize the productivity and economic development.*

*We want our inhabitants to take advantage of the possibilities of this storm level 6. We have therefore, planned and executed, systematically and coherently a 20-years plan, San Luis Digital.*

Queremos que quienes habitan nuestro suelo puedan aprovechar las posibilidades de esta tormenta de categoría 6. Para esto hemos planificado y ejecutamos, en forma sistemática y coherente, un plan a 20 años, San Luis Digital.

Nuestra agenda digital se estructura en seis ejes: Infraestructura, Educativo, Tecnológico, Productivo, Marco Legal y Gobierno Electrónico.

Hoy tenemos más de 235 iniciativas para lograr:

- Exportar más productos con contenido tecnológico.
- Generar una red densa de usuarios de Internet —inclusión digital de toda la población—.
- Contar con más profesionales en ciencia e ingenierías
- Y, sobre todo, tener una base más amplia de trabajadores con educación secundaria completa y con mejores habilidades en matemática, lectura, escritura, ciencia y tecnologías de la información y la comunicación (Tics).

Algunas cifras testimonian elocuentemente el grado de avance de San Luis en materia tecnológica y educativa —políticas clave de cara al futuro—.

- Todas las localidades con más de veinte habitantes tienen internet de banda ancha gratuita a través de Wi-Fi.
- El 70% de los hogares sanluisenses cuentan con al menos una computadora.
- La penetración de Internet es del 74,2%, la más alta del país, por encima de la media nacional que es del 50,3%.

En lo que respecta al sector educativo, las acciones abarcan a docentes y alumnos.

- El 85% de los educadores del sistema educativo provincial han sido formados en las nuevas tecnologías, matemática, astronomía, y geotecnologías.
- El 50% de las escuelas rurales tienen planes de mejoramiento de la enseñanza en las disciplinas estratégicas: matemática, lengua, ciencia y tics.
- Contamos con 42 Centros de Inclusión Digital (CID), distribuidos en todo el territorio, que permiten formar a las comunidades en el uso de las nuevas tecnologías para mejorar su calidad de vida. Los mayores de 16 años pueden asistir a estos centros para completar su escolaridad primaria y secundaria. Durante el 2009 la asistencia a estos centros fue masiva.

*Our digital agenda is structured into six cores: Infrastructure, Educational, Technological, Productive, Legal Framework and Digital Government.*

*We currently have 235 initiatives to be fulfilled:*

- *To export more products of technological content*
- *To generate a denser net of Internet's users- digital inclusion of the population-.*
- *To have more professionals in the area of sciences and engineering.*
- *And, above all, to have a broader workers' data base with complete higher education and with the best skills in mathematics, reading, writing, science and information and communication technologies (ICTs).*

*Some figures expressively show the progress' degree of San Luis as far as technology and education are concerned- key policies facing the future-.*

- *Every town with more than 20 inhabitants has broad band wireless internet connection.*
- *70% of homes in San Luis have at least one computer*
- *Internet Penetration rate is 74,2% the highest of the country, above national average which is 50,3%.*

*As for the educational sector, actions include teachers and students.*

- *85% of teachers of the provincial educational system have been trained in new technologies, mathematics, astronomy and geotechnologies.*
- *50% of rural schools have improvement plans for teaching in strategic disciplines such as mathematics, language, science and ICTs.*
- *We have 42 Digital Inclusion Centers (DIC) located across the province and which allow training the communities in the use of new technologies to improve their life quality. Youngster over 16 years of age can attend these centers to fulfill their compulsory schooling. During 2009 attendance to these centers was massive.*
- *Todos los Chicos en la Red (All kids online) is the plan through which students from first to sixth grade and their teachers, from 30 localities received a computer each. Its objective is to improve educational quality. In this way, kids in San Luis study with a computer with an educational software and free wi-fi connectivity not only at school but also at home and with teachers that include the ICTs in their pedagogical targets.*
- *Students involved in this plan are also engaged in the environmental, digital and collaborative initiative Balance Cero (Zero Balance) that calculates emissions of carbon dioxide produced to*



- Todos los Chicos en la Red es el plan por el cual todos los alumnos de primero a sexto grado, de treinta localidades, recibieron una computadora, al igual que sus maestros. Tiene como objetivo mejorar la calidad educativa. Alcanza al 14% de los estudiantes de primaria. De este modo, los niños de San Luis estudian con una computadora, con software educativo y conectividad a internet tanto en la escuela como en sus hogares, con docentes que incluyen Tics en sus prácticas pedagógicas.
- Con los estudiantes de este plan se implementa la propuesta colaborativa medioambiental y digital Balance Cero, que consiste en calcular el dióxido de carbono emitido producto de la generación de energía eléctrica que se consume en los hogares. Determinada la cantidad dióxido de carbono se calcula la cantidad de árboles necesarios para capturar ese gas y lograr el balance entre emisión y captura. Con esta iniciativa, 13 localidades izaron la bandera de balance cero, y en otras 17 se está plantando. Este año se sumarán como parte de Balance Cero, acciones de compensación para el transporte, la calefacción y los residuos.
- Para alentar el esfuerzo y el estudio todos los años se realizan las Olimpiadas Sanluiséñas del Conocimiento, dirigidas a estudiantes de primaria y secundaria. Se compete en forma virtual resolviendo tareas en la plataforma digital de aprendizaje (e-learning) de la Universidad. Los ganadores reciben importantes premios. En su edición de 2009, los ganadores del secundario viajaron a Italia a conocer los lugares donde Galileo Galilei estudió y enseñó.
- También alentamos la lectura por su crucial importancia en el desarrollo de habilidades intelectuales. Como es sabido, el pensamiento se estructura con palabras y la capacidad lingüística hace la diferencia a la hora de interpretar y comprender el mundo. Por ello, desarrollamos el plan de lectura Contextos en instituciones educativas y centros de salud. Actualmente, se trabaja con chicos de nivel inicial y hasta segundo grado del primario, en espacios de lectura con bibliografía especializada y personal que lee para introducir a los pequeños en el mundo de las letras. Con esta propuesta se ha llegado al 50% de los niños de nivel inicial.
- Con un enfoque centrado en amigar a los jóvenes con el mundo de la programación informática, e interesarlos

*generate electric energy consumed in houses. Once the amount of carbon dioxide is determined, kids calculate the amount of trees needed to capture the gas and reach a balance between emissions and capture. There are 13 towns so far that have raised the Zero Balance's flag and other 17 towns are planting trees. As part of the Zero Balance project, this year, new activities will be added as for compensations for transport, heating and waste.*

- *So as to foster effort and study in kids, every year, we carry out San Luis Knowledge Olympiads address to primary and secondary school students. Competition is carried out online through the solution of problems on the digital learning platform (e-learning) of the University. In its 2009 edition, winners of secondary school traveled to Italy to visit the places where Galileo Galilei studied and taught.*
- *We also encourage reading due to its crucial importance in the development of intellectual activities. It is known that thinking is structured with words and the linguistic ability makes a difference when it comes to interpret and understand the world. This is why we develop the plan Contextos (Contexts) in educational institutions and health care centers. We are currently working with kids from kindergarten to second grade of primary school, in special*

*spots with specialized bibliography and staff who is in charge of reading so as to introduce kids into the world of letters. We have reached 50% of kindergarten's kids with this plan.*

- *Focusing in reconciling youngsters with the world of informatics programming, and so as to get them interested in technological degrees, we organize the Gaming.Net contest together with Microsoft. In 2009, this contest had 604 youngsters enrolled from 57 schools in 23 different towns. With the same objective, this year we implement Robot Soccer which implies the use of programming tools for the development of the mobile autonomous robotic.*
- *In order to awaken the locals' interest in science we created La Punta Astronomical Park (PALP for its name in Spanish). This is a place for scientific spreading and is made up of two planetariums, a fixed one and a traveling one, one observatory with last-generation devices and the Interactive Center of Science with twelve modules where different scientific notions are explained. There is also a naked-eye observatory where we find observational devices used by different civilizations in the past. 40% of the local population have visited the PALP and participated in its activities.*

por carreras tecnológicas, se organiza el certamen Gaming.NET junto con Microsoft. En su edición 2009 este concurso de programación contó con 604 inscriptos, provenientes de 57 escuelas, de 23 localidades. Con el mismo objetivo, este año se añade Fútbol Robot, que implica el uso de herramientas de programación para el desempeño en la robótica autónoma móvil.

- Para despertar el interés de los puntanos por la ciencia creamos el Parque Astronómico La Punta (PALP). Este espacio de divulgación científica está compuesto por dos planetarios, uno fijo y otro itinerante, un observatorio con dispositivos de última generación, y el Centro Interactivo de Ciencias, con doce módulos donde se explican diferentes nociones científicas. Se añade un observatorio a ojo desnudo conformado por instrumentos de observación utilizados por diferentes pueblos en la antigüedad. El 40% de la población sanluiseña ha visitado el PALP y participado de sus propuestas.

Estudios neurocientíficos han demostrado el beneficio de algunos juegos para conseguir un mejor coeficiente

intelectual y una mayor velocidad de procesamiento cerebral. En cinco localidades se ha comenzado con talleres que incorporan estos juegos específicos, complementados con arte y música para incentivar en los chicos la expresión creativa, artística y sensorial.

Estas acciones están dirigidas a preparar a las nuevas generaciones sanluiseñas en las habilidades que necesitarán para afrontar el mundo del mañana. Para estar preparados ante las nuevas tendencias es importante desarrollar: el diseño (la forma sobre la función), la narración, la sinfonía (multicapacidad), la empatía (entendimiento del otro), el sentido (por sobre la acumulación) y el juego, que marcarán las pautas del crecimiento socio-económico para los próximos 50 años.

Nuestra agenda también busca que se radiquen en la provincia empresas tecnológicas. Con ese fin creamos por ley el Parque Informático La Punta (PILP), que actualmente cuenta con 13 firmas de relevancia nacional e internacional. La tecnópolis puntana se emplaza en el campus de la ULP donde confluyen el Estado, la academia y la industria.

*Neuroscientific studies have shown the benefit of some games to achieve a better IQ and a higher speed in brain processing. In five localities we have started workshops where these specific games were incorporated complemented with art and music to foster creative, artistic and sensorial expression in kids.*

*These actions aim at preparing new local generations in the skills they will need to face tomorrow's world. So as to be prepared in front of the new trends, it is important to develop: the design (the form over the function), narration, symphony (multi-ability), empathy (the understanding of the other), the sense (over accumulation) and the game, that will mark the guidelines for socio-economic growth in the next 50 years.*

*Our agenda seeks for technological companies to establish in the province as well. This is why we created, through law, La Punta Informatics Park (PILP for its name in Spanish) that currently hosts 13 national and international companies. The local technopolis is located at the University campus where the State, the University and the industries converge.*

*As for the digital government, we plan to digitalize the whole government system to reach better services that allow citizens to virtually speed up tasks. San Luis stepped forward with the implementation of the public key infrastructure (PKI) that allows the digital signature. Its use in State files is already a fact in several government bodies.*

*The success of our programs is backed by the above mentioned percentages. This figures show the achievements and progresses of a digital agenda that is developed in an integral manner paying close attention to the benefits of the information society.*

*We build a thriving present, thinking about tomorrow. We plan, we execute and we make the necessary investments because we are convinced that this is the road to be part of the invention of the future.*

**Alberto Rodríguez Saá**  
April 2010

En cuanto al gobierno electrónico se planifica digitalizar todo el sistema gubernamental para lograr mejores servicios, que permitan a los ciudadanos agilizar las gestiones en forma virtual. San Luis dio un paso decisivo con la implementación de la infraestructura de clave pública (PKI) que posibilita la firma digital. Su aplicación en expedientes de organismos del Estado provincial ya es un hecho en varias reparticiones.

El éxito de nuestros programas se respalda en los porcentajes citados. Estas cifras muestran los logros y avances de una agenda digital que se desarrolla de modo integral, con la mirada atenta a un mundo que vive tiempos interesantes.

Estamos inmersos en una revolución científico-tecnológica y se abren grandes oportunidades para todas las sociedades. Nosotros en San Luis queremos aprovecharlas. Trabajamos para que los habitantes del territorio puntano mejoren su calidad de vida y disfruten de los beneficios de la sociedad de la información.

Construimos un presente próspero, siempre pensando en mañana. Planificamos, ejecutamos y hacemos las inversiones necesarias, porque estamos convencidos de que este es el camino para participar en la invención del futuro.

***Alberto Rodríguez Saá, Abril 2010***





## Introducción

Desde mediados del siglo XX, la humanidad vive uno de los periodos de mayor celeridad en la generación, transmisión y asimilación del conocimiento. Esto, junto con el desarrollo y afianzamiento de las tecnologías, han revolucionado el planeta. Se trata de un proceso, que atravesamos, conocido como Revolución Científico-Tecnológica.

Después de la Segunda Guerra Mundial el resultado de la actividad económica de algunos países comenzó a depender menos de la transformación de objetos en producción y más de la transformación de la base intelectual de la producción.

Hoy, podemos decir que la actividad económica ha variado en la medida que se incorporaron a las organizaciones o instituciones procesos asociados a crear, planear, difundir, usar y capitalizar el conocimiento. Esta nueva economía se ha denominado Economía del Conocimiento (EC). Según **Joseph Stiglitz**<sup>1</sup>, *“la EC ha significado un cambio trascendental de dimensiones: el desplazamiento de la producción de bienes a la producción de ideas”*.

Las economías del conocimiento muestran dinamismo y crecimiento originados por el uso sistemático de la información, la tecnología y el conocimiento en la creación

1) - **Joseph Stiglitz: economista estadounidense nacido en 1943. Obtuvo el Premio Nobel de Economía 2001 y la Medalla John Bates Clark en 1979. Cita extraída del libro “Towards a New Paradigm in Monetary Economics, with Bruce Greenwald”, Cambridge University Press-2003.**

### Introduction

Since the mid-twentieth century, mankind is living one the most accelerated periods in the generation, transmission and assimilation of knowledge. This fact, together with the development and strengthening of technology, has revolutionized the planet. This process that we are going through is known as the Scientific-Technological Revolution. After the Second World War, the economic activity of some countries started to depend less of the transformation of objects into products and to depend more on the transformation of the intellectual foundation of production.

Nowadays we know that economic activity has changed in the measure that organizations and institutions have incorporated processes related to the creation, planning, usage, diffusion and capitaliza-

tion of knowledge. This new economy has been named Knowledge Economy (KE). According to Joseph Stiglitz<sup>1</sup>, “KE has meant a far-reaching shift of dimensions: moving from the production of goods to the production of ideas”.

Knowledge Economies show dynamism and growth, fueled by the systematic use of information, technology and knowledge in the creation of value, in real time that is only feasible because of the technological infrastructure: ‘Internet’. Technological change and innovation are the engines of this kind of economy. As this Knowledge Economy is incorporated in a particular region, a steady increase in economic development is the result and consequently, an increase in the welfare of society as a whole.

1) - **Joseph Stiglitz: American economist born in 1943. He won the Nobel Prize in economics in 2001 and the John Bates Clark medal in 1979. Excerpt from the book “Towards a New Paradigm in Monetary Economics, with Bruce Greenwald”, Cambridge University Press-2003.**

de valor, en tiempo real, y con trabajo en red lo que sólo es factible gracias a la infraestructura tecnológica: 'Internet'. Los cambios tecnológicos y la innovación son los motores de esta economía. A medida que se incorpora esta Economía del Conocimiento a una región particular, se da un mayor desarrollo económico sostenido y, por ende, colabora con el bienestar de toda la sociedad.

Todos estos cambios socio-económicos y productivos se enmarcan en otro proceso que se vive globalmente denominado Sociedad de la Información (SI). En este proceso, las sociedades buscan desarrollar sus mejores potenciales, mediante la generación e intercambio de la información. La SI se caracteriza por basarse en el conocimiento y en los esfuerzos

por convertir la información en conocimiento. Cuanto mayor es la cantidad de información generada por una sociedad, mayor es la necesidad de convertirla en conocimiento.

En la actualidad, a través de internet, la información de una sociedad se genera, transmite y procesa de manera prácticamente instantánea, sin distinciones geográficas. Para beneficiarse de las oportunidades de la SI, la comunidad debe estar preparada para las evoluciones económicas, sociales, culturales y tecnológicas.

Al mismo tiempo, para participar de estas nuevas formas de desarrollo es necesario que la población esté incluida digitalmente, lo cual, implica la disminución de la brecha digital. Cuando se habla de

brecha digital se hace referencia a la diferencia entre las personas, comunidades, países y regiones que usan las nuevas tecnologías en su vida diaria, y aquellos que no tienen acceso o no saben cómo sacarles provecho.

Existen tres pilares, inexorables, para lograr la inclusión digital:

- 1) Computadoras y Equipamientos de Red (hardware)
- 2) Conectividad
- 3) Formación y Capacitación en nuevas tecnologías

En este libro desarrollaremos, en especial, uno de ellos: **la conectividad**. Definimos "**conectividad**" como la capacidad que tiene un individuo de acceder a la red de redes, es decir, de conectarse a internet.

*All these social, economic and productive changes take place in the framework of yet another global process, known as Information Society (IS). In this process, societies seek to develop their potentials, by means of the generation and exchange of information. The Information Society is characterized by being knowledge-based and by its effort to transform information into knowledge. The larger the amount of information generated by a society, the larger is the need to transform it into knowledge.*

*Currently, through the internet, a society's information is generated, transmitted and processed almost instantaneously, without geographical boundaries. If a community wants to benefit from the opportunities that the IS provides, it has to be prepared for economic, social, cultural and technological evolution.*

*At the same time, in order to participate in this new forms of develo-*

*pment it is necessary that the population is digitally included, which implies the reduction of the digital gap. The digital gap refers to the differences among the persons, communities, countries and regions that use the new technologies in their everyday life, and those that either do not have access to these technologies or do not know how to take advantage of them.*

*Three inexorable columns must be present in order to achieve digital inclusion*

- 1) Computers and Network Equipment (hardware)
- 2) Connectivity
- 3) Formation and Training in the new technologies

*In this book we will discuss one of these columns particularly: connectivity. We define connectivity as the capacity that an individual has to access the net of networks, or in other words, to access the internet*

En San Luis, el Gobierno de la Provincia ejecuta un plan estratégico a 20 años denominado San Luis Digital, que ha incluido a la provincia en la Sociedad de la Información y fomenta la Economía del Conocimiento, a través del desarrollo digital, con el objetivo de lograr la prosperidad de los sanluisenses.

En busca de ese propósito, el gobierno provincial contrató en el año 1998 al Ministerio de Industria de Canadá para la elaboración de un plan estratégico. En el año 2000, sobre la base del “Plan Maestro de la Autopista de la Información (AUI)”, se realizó la licitación pública nacional e internacional para la construcción de una red de comunicaciones que permitiera conectar a todo pueblo con más de 20 habitantes.

En el año 2001 se comienza con la implementación de la AUI, que cubre hoy todo el territorio sanluisense. Durante el 2003 se inauguró el Data Center y la red, es decir, el cerebro y los brazos de la Autopista.

En principio se conectaron todas las dependencias del Estado provincial (Ejecutivo, Legislativo y Judicial), municipalidades y organismos no gubernamentales. Durante los años 2008 y 2009 se llevó la conexión a toda la sociedad, con el servicio de Wi-Fi gratuito que llega a todas las ciudades y localidades de la provincia. Proveer el acceso a la red, gratuitamente, a través de tecnología Wi-Fi, trajo aparejado una mayor demanda sobre la red de la AUI, lo que obligó a mejorar la infraestructura inicial.

Antes de comenzar con el análisis detallado de la AUI, y del servicio Wi-Fi, resulta importante subrayar que la conectividad que se ofrece con el plan San Luis Digital, no un fin en sí mismo, sino que se trata de una herramienta para cumplir con los objetivos definidos en la agenda digital del gobierno puntano.

*In San Luis, the Provincial Government is carrying out a 20-year strategic plan called San Luis Digital that has included the province in the realm of the Information Society and promotes Knowledge Economy by means of digital development, with the purpose of increasing the prosperity of the people of San Luis*

*In order to achieve that goal the provincial government hired the Ministry of industry of Canada for the creation of a strategic plan in 1998. In the year 2000, based on the “Master Plan of the Information Highway (AUI, for its abbreviation in Spanish)” a national and international public tender was put out for the construction of a communication network that would allow the connection of every town with more than 20 inhabitants.*

*In the year 2001 the deployment of AUI began, and today it covers the totality of the province. In 2003 the Data Center and the Network were*

*inaugurated: in other words, the brain and the arms of the Highway. At first, all the buildings of the provincial state (Executive, Legislative and Judicial powers), municipalities and non-governmental organisms were connected. Throughout the years 2008 and 2009 the society as a whole was connected, by means of free WiFi service that reaches all cities and regions of the province. Free access to the net, through WiFi technology brought a larger demand upon the AUI network, thus forcing the improvement of the initial infrastructure.*

*Before we go into a thorough analysis of the AUI and the WiFi service, it is important to emphasize that the connectivity offered in San Luis is not an end in itself, but a tool to achieve the goals that have been defined in the digital agenda of the Government of the Province of San Luis.*







## Capítulo 1:

# La Autopista de la Información

La Autopista de la Información es una red de telecomunicaciones de banda ancha, que permite la conexión de todas las instituciones y ciudadanos de la Provincia de San Luis, con el objetivo de transmitir información en diferentes formatos (telefonía, datos, videos, etc.). Es decir, la AUI es una plataforma tecnológica de telecomunicaciones y servicios de acceso común por donde circula una gran cantidad de información.

La Autopista está compuesta por una red de enlaces y nodos ordenados de tal manera que permiten la comunicación a distancia. Los

datos pueden pasar de una parte a otra de la red, atravesando múltiples enlaces y varios nodos. Esta red tiene un Data Center, que es el centro neurálgico o “cerebro”. En él se concentra y distribuye la información y se centraliza el alojamiento y monitoreo de la red, y todos los sistemas informáticos que utiliza el Gobierno de la Provincia.

### Chapter 2:

#### The Information Highway

*The Information Highway is a broadband telecommunications network that allows the connection of the totality of institutions and citizens of the province of San Luis, with the purpose of transmitting information in different formats (telephone, data, video, etc.). The AUI is a technological platform for telecommunications and common services, through which a very large amount of information flows.*

*The Highway is composed by a network of links and nodes set up in such a way that they allow communication over long distances. Data can travel from one part of the network to another, going through multiple links and several nodes. This network has a Data Center, which is the nerve center or the “brain”. There, all the information is concentrated and distributed, and the storage and the monitoring are centralized, as well as all the information technology systems used by the Provincial Government.*





## 2.1 Data Center: El Cerebro de la AUI

El DC se encuentra ubicado en la Ciudad de La Punta (ver figura 1) en instalaciones del gobierno provincial, dedicadas exclusivamente a este fin. El predio es de aproximadamente 10.000 metros cuadrados y ha sido elegido estratégicamente por la cercanía a la capital provincial, la infraestructura de servicios disponibles, el fácil acceso a la zona, y la posibilidad de carga y descarga de equipamiento.

El DC de San Luis es de clase mundial (world class). Cuenta con arquitectura antisísmica y aislada térmica e hidrófugamente, sistemas anti-incendios, control ambiental constante y fuentes de energía duplicadas.

Entre los aspectos más destacados de la infraestructura del Data Center se pueden mencionar:

- Capacidad de proveer de un rango virtualmente ilimitado de instalaciones, a través de servidores virtuales.

| 17

### 2.1 Data Center: The brain of the AUI

The DC is located in the City of La Punta (fig.1) in its own facility, property of the provincial government. The facility covers approximately 10000 square meters, and has been chosen strategically because of its proximity to the provincial capital, the infrastructure of available services, easy access and the possibility of loading and unloading of equipment.

San Luis' Data Center is a world class one. The architecture of the facility is anti-seismic, thermally insulated and waterproof, Among the most important features the data center's infrastructure presents:

- Capability to provide a virtually unlimited amount of facilities, through the use of virtual servers.
- The global infrastructure is based upon a model known as "N+1". Using this model, the AUI, has been able to satisfy the maxi-

- La infraestructura global está basada en el modelo conocido como “N+1”. Utilizando este modelo, la AUI, ha logrado satisfacer los requerimientos de máxima demanda, para sistemas de operación crítica. El sistema “N+1” permite que, ante la falla de uno de los componentes de la infraestructura (conexión, equipamientos de networking, sistemas de UPS (uninterruptible power supply) -sistema eléctrico estabilizado e ininterrumpido-, controladores de Aire Acondicionado, etc.), los restantes componentes tomaran la carga sin reducción de desempeño o seguridad.
- Posee un sistema eléctrico redundante para proveer a todos los usuarios y sistemas críticos potencia eléctrica limpia y eficiente. El servicio de energía entrante, que brinda la empresa proveedora de servicio eléctrico, es respaldado y sostenido por un interruptor automático de transferencia y un grupo electrógeno de combustible líquido para actuar ante un corte de servicio o baja de voltaje.
- Posee un sistema de UPS o energía estabilizada redundante. En caso de una falla, el resto de las UPS pueden adquirir la carga sin exceder su capacidad nominal. Las baterías de las UPS son cargadas por la red pública de energía eléctrica o por generadores de energía redundantes que posee el DC.
- Dentro de la sala de equipos, todas las cargas eléctricas críticas son alimentadas por sistemas paralelos redundantes de UPS, que se configuran como puente estático automático con circuitos de derivación manuales. Cada módulo de UPS tiene su propio banco de baterías con suficiente capacidad para sostener la red eléctrica por periodos de 15 minutos, suficientes para la entrada en régimen de los generadores eléctricos que requieren 60 segundos para su estabilización.
- Los equipos de comunicaciones que se alimentan a 48 Volt de corriente continua son provistos a través de sistemas modulares de rectificación de energía y están respaldados por baterías secas que proveen dicha tensión, capaces de soportar la

*mum demand requirements for systems of critical operation. The “N+1” system allows that in the face of failure of one of the components of the infrastructure (connection, networking equipment, UPS systems (uninterruptible power supply) –stabilized and uninterrupted electrical system, air conditioning controllers, etc.), the remaining components will carry the load, without affecting performance nor safety.*

- *It possesses a redundant electrical system to provide clean and efficient electrical power to both users and critical systems. The incoming energy system, supplied by the public electricity service provider, is backed up and supported by a transference automatic switch and a liquid fuel electric generator to act in case of power shortage or low voltage.*
- *It possesses a UPS system or redundant stabilized energy. In case of power failure, the remaining UPS can take over the load without exceeding its nominal capacity. The batteries of the UPS are charged by the public power supply or by generators of redundant energy that are located at the DC.*
- *In the equipment area, all the critical electrical loads are fed by redundant parallel UPS systems that are configured as automatic static bridge with manual derivation circuits. Each UPS unit has its own battery bank with enough capacity to sustain the electric network for 15 minute periods, which is time enough for the electrical generators to take over since they require 60 seconds to stabilize.*
- *The communication equipment that requires 48 volts of direct current are fed by energy rectification modular systems and are backed up by dry batteries that supply the tension and are capable of withstanding the maximum load for 4 hours.*
- *The whole Data Center complies with the ground connection*



carga máxima durante 4 horas.

- En todo el Data Center se cumple con los estándares de conexión a tierra o puesta a tierra, especificados y recomendados por las normas ITU-T Recomendación K-27 y ETS1.
- Se cuenta con un avanzado sistema de detección temprana de incendios, que detecta el humo en las primeras etapas de la combustión y de muy alta sensibilidad, y con un sistema de extinción automática por inundación total con agente limpio de acción química: gas heptafluoropropano, también conocido como FM200. Éste es específico para extinguir fuegos clase C sin producir daño inmediato o posterior sobre componentes eléctricos o electrónicos. El gas agente cumple con las exigencias impartidas por la SNAP EPA US del programa de control de polución ambiental para los Estados Unidos y con las exigencias impartidas por la IRAM 3696, en su draft de septiembre de 2008.

Las zonas de cobertura abarcan el pleno de piso técnico y el ambiente.

Las baterías de cilindros principales y de reserva están dispuestas en una sala contigua al área de máxima seguridad (Sala de equipos) y están diseñados para operar en un rango de temperatura de 0°C a 55°C. La capacidad de carga de los mismos fue diseñada en función del área a proteger.

El sistema está diseñado para que la presión generada por el gas no afecte los cerramientos del mismo y su estanquidad.

Ante la orden de descarga de los cilindros de gas, la misma señal que activa la electro válvula, sea de origen manual o desde panel de incendio, actúa sobre las entradas de emergencia de las UPS, sobre la paradas de emergencias del aire acondicionado y sobre los con conectores que operan sobre el circuito de iluminación del sector. De esta manera, se logra un apagado completo del sistema de corriente alterna y corriente continua (baterías), y fundamentalmente, de fácil reinicio a condiciones normales.

- La sala de equipos esta climatizada por un sistema de precisión con control de humedad. Consiste en

*standards, specified and recommended by ITU-T Recommendation norms K-27 and ETS1.*

- *The DC has an advanced early fire detection system that detects smoke at the first stages of combustion. It is a very sensitive system, equipped with a total flood automatic extinction system, which uses a clean chemical action agent, heptafluoropropane, also known as FM200. This agent is specific for the extinction of C class fires without harming the electric or electronic components. The gaseous agent also complies with the requirements issued by SNAP EPA US, in regards to the environmental pollution control program in the United States, as well as the requirements issued by IRAM 3696, in its September 2008 draft. The technical floor is covered completely by the fire detection system. The batteries for the main and back up gas cylinders are arranged in a room adjacent to the maximum security area (equipment room), and have been designed to operate at tem-*

*peratures ranging from 0°C to 55°C. The load capacity of the batteries was designed in accordance to the area to be protected. The system is designed so that there is no gas leakage caused by gas pressure. When the discharge of the gas cylinders is activated, the same signal that activates the electro valve, whether it is triggered manually or from the fire alarm panel, acts upon the emergency input of the UPS, the emergency stops of the air conditioning system, and the connectors that operate the sector's illumination circuit. This way, a complete shutoff of the direct and alternating currents (batteries) takes place, and thus facilitates the re-start at normal conditions.*

- *The equipment room is air-conditioned by a precision system that has humidity control. It is a high-efficiency air-condensation system that uses R407 cooling gas (ecologically safe). This is a high quality system, specifically designed for data center environments, and its design minimizes the space usage in the plant (mini-*

un sistema de alta eficiencia, de condensación por aire, con gas refrigerante R407c (ecológico).

Este sistema es de alta calidad, específicamente, diseñado para ambientes de data center y tiene un diseño de minimización de ocupación de espacio en planta (mínimo footprint). Los equipos toman el aire de la sala a refrigerar e insuflan el aire refrigerado por los pisos técnicos que provee de aire climatizado a los rack que alojan los equipos. Este sistema está diseñado de manera tal, de optimizar la extracción de calor de los equipos de comunicaciones.

Los equipos de aire acondicionado de precisión de condensación por aire están compuestos por la unidad evaporadora interior y la unidad condensadora exterior.

La unidad evaporadora contiene la serpentina del evaporador, ventilador centrífugo de transmisión directa, compresor del tipo scroll, presostatos de alta y baja presión, válvula de expansión termostática con ecualización externa, válvulas de servicio, visor de líquido, recibidor de líquido con válvula de sobrepresión, filtro secador, tablero eléctrico

y control por microprocesador. Mientras que la unidad condensadora externa tiene la serpentina del condensador, ventilador axial de transmisión directa y regulador electrónico de velocidad para época invernal. El sistema contiene controles microprocesados incorporados en la propia máquina.

Este sistema es independiente del resto del edificio con capacidad para atender la demanda máxima de calor sensible proyectada, mediante dos equipos con redundancia y conmutación semanal. Los sensores de temperatura y humedad están instalados en el flujo de retorno del aire, dentro del gabinete del evaporador. Las condiciones de alarma deberán activar un indicador audiovisual. Los equipos de precisión son de alta performance y redundantes.

Las unidades están alimentadas tanto por la red eléctrica pública como por los sistemas eléctricos de emergencia con los que cuenta el Data Center. De esta manera, se logra una temperatura de 21°C +/- 2°C con una humedad relativa del 45%.

mum footprint). The equipment takes the air from the room to be cooled and pumps the cooled air through the technical floors that supply air to the racks that store the equipment. This system is designed in such a way that it optimizes the extraction of heat from the communication equipment. The precision air conditioning units are composed by an internal evaporation unit and an external condensation unit. The evaporation unit contains the evaporation coils, direct transmission centrifugal fan, scroll type compressor, high and low pressure sensors, thermostatic expansion valve with external equalization, service valves, liquid control, and liquid receiver equipped with over-pressure valve, drying filter, electrical panel and microprocessor control. Whereas the external condensation unit has the condensation coils, direct transmission axial fan and electronic speed regulation for the winter. The system contains built-in micro-processed controls. This system is independent from the rest of the building, and has the capacity to manage the maximum projected sensitive heat, by means of

two pieces of equipment with redundancy and weekly switching. The temperature and humidity sensors are set up in the air return flow, inside the evaporator cabinet. The alarm conditions must activate an audiovisual indicator. The precision equipment is of high performance and redundant. The units are fed by the public power supply as well as the emergency electrical systems available at the Data Center. This way a temperature of 21°C +/- 2° and a relative humidity of 45% are maintained.

- The security and integrity of the Data center are maintained by means of closed circuit surveillance, alarms and security personnel, 24 hours a day, 365 days a year. The cameras are mounted inside and outside the building, and monitored from a control center, the video saved in magnetic format. The accesses to the Data Center are controlled by an access control system that includes proximity cards and biometric technology, depending on the level that is being accessed. All entries and departures are

- La seguridad e integridad del DC es mantenida por un sistema de vigilancia vía circuito cerrado de televisión, alarmas y personal las 24 horas del día, 365 días del año.

Las cámaras están montadas dentro y fuera del edificio y son monitoreadas desde un centro de control y guardadas en formatos magnéticos.

Los accesos al Data Center son controlados mediante un sistema de control de acceso con tarjetas de proximidad y mediante medios biométricos, según el nivel al que se está accediendo. Todos los ingresos y egresos son registrados en el sistema.

Además, se exigen estrictos procedimientos de ingreso para el personal ajeno a la Institución.

- El Data Center cuenta con altas medidas de seguridad de acceso a los datos mediante dispositivos conocidos como Firewall's, colocados estratégicamente para imposibilitar los accesos no autorizados.
- La Autopista de la Información posee una plataforma de telefonía de última generación, que

permite la comunicación gratuita de más de 1.400 internos IP y 2.000 internos convencionales.

- El DC posee una solución de servidores con tecnología Blade (*ver figura 2*). Esta tecnología de servidores con virtualización, permite obtener notables mejoras en la performance, mayor disponibilidad de servicios, flexibilidad en la administración, disminución en el espacio físico, y por ende, reducir costos de gestión y mantenimiento.



**Figura 2: servidores con tecnología Blade / Figure 2: Servers with Blade technology**

*registered in the system. Strict admission procedures are established for visitors not belonging to the institution.*

- *The Data Center has high security measures concerning data access, by means of barriers known as Firewalls, strategically set up to prevent unauthorized access.*
- *The Information Highway includes a latest-generation telephony platform, that allows free communication for more than 1400 internal IP and 2000 conventional internal telephones*
- *The DC possesses a solution of servers that use Blade technology (fig. 2). This virtualization server technology allows noticeable improvements in performance, more availability of services, administration flexibility, reduction of physical space, and therefore a reduction in the costs of management and maintenance.*

- El almacenamiento de datos se centraliza en equipos de storage de última generación que utilizan tecnologías NAS y SAN, además usan como infraestructura de interconexión fiber channel e iSCSI.

El DC cuenta con un sistema de almacenamiento, en Storage, de 42 Terabytes de capacidad y con capacidad de crecimiento hasta 672 Terabytes (ver figura 3). La tecnología utilizada en estos equipos permite tener en RAID el sistema operativo y no sólo el aplicativo correspondiente. Es decir, que en algunos casos, los sistemas operativos de los servidores están en los storages de la AUI.

22 |

- *Data storage is centralized in latest-generation storage equipment that uses NAS and SAN technology: the storage also uses fiber channel and iSCSI as interconnecting infrastructure. The DC is equipped with a storage system of 42 terabytes capacity, and a growth potential of up to 672 terabytes (fig. 3). The technology used in this equipment allows having the operative system in RAID, and not only the corresponding application, this is to say, in some cases the operative systems of the servers are allocated in the AUI storage units.*
- *The Data Center has VTL (Virtual Tape Library) technology available and this*



Figura 3: storage de la AUI / Figure 3: AUI storage





Figura 4: VTL del Data Center de la AUI. / Figure 4: Data Center's VTL

- Se cuenta con tecnología del tipo VTL (Virtual Tape Library) que permite realizar toda la política de Backups (ver figura 4). Con esta nueva tecnología se cuenta con mejor velocidad de acceso a la información, que sumados a los beneficios que brindan las tecnologías de deduplicación de datos en cuanto a la compresión de los mismos, se ve incrementada la capacidad de Backup, recuperación de datos en un menor tiempo, y realización simultáneamente de varios resguardos, etc.
- El equipamiento encargado de mantener todos los servicios brindados por la Autopista de la Información se encuentra dividido en varias plataformas tecnológicas, de las cuales podemos destacar dos grandes grupos: Plataforma de E-government y Plataforma de Hosting.

La primera plataforma tiene a cargo el Sistema Integral de Gestión de Gobierno Electrónico (SIGGE), que está conformado por más de veinticinco aplicativos usados por diferentes entes gubernamentales, entre ellos: Salud (SISA), Registro Civil (SIRC), Seguridad

allows carrying out the Backup policy (fig. 4). This new technology allows for faster information access, which added to the benefits provided by deduplication technology in regards to data compression, increased backup capacity, data retrieval time and simultaneous performance of several safeguards, etc.

- The equipment in charge of maintaining all the services provided by the Information Highway is divided in several technological platforms, among which we can emphasize two big groups: E-Government Platform and Hosting Platform. The former is in charge of the Integral System of Electronic Government Management (SIGGE, by its initials in Spanish), which is made up by more than twenty-five systems used by different governmental entities, among others: Health (SISA), Registry (SIRC), Security (SISE), Social Inclusion Plan (SIIS). The E-Government Platform has a 3-layer architecture. This means that the application data, the interface as well as the logic

of the model do not reside in the same identity, but that each has its own identity. These layers are:

- Layer 1: Front End. Application Client
- Layer 2: Back End. Applications Server
- Layer 3: Database. Data Server

The platform involves Microsoft technology for most of the servers that compose it, but there also Linux-based applications. The databases are Oracle EE, and Microsoft's SQL Server.

The second platform has a three layer architecture as well. The hosting service that belongs to the Government of the Province of San Luis is supported by the second platform. This service currently hosts more than one hundred sites. Besides, comparing it to the commercial platforms, it is one of the few that can support different web-programming technologies.

(SISE), Plan de Inclusión (SIIS), entre otros.

La plataforma de E-government desarrolla una arquitectura de 3 capas. Esto quiere decir, que tanto los datos de la aplicación, como la interfaz, como la lógica de modelo no residen en la misma identidad, sino que cada capa posee su identidad. Estas capas son:

- Capa 1: Front End. Cliente de aplicación
- Capa 2: Back End. Servidor de aplicaciones
- Capa 3: Database. Servidor de datos

La plataforma involucra tecnología Microsoft, para la mayoría de los servidores que la componen, pero también existen aplicaciones sobre Linux. Las bases de datos

son Oracle EE de Oracle y SQL Server de Microsoft.

La segunda plataforma también desarrolla una arquitectura en tres capas. De ella proviene el servicio de hosting perteneciente al Gobierno de la Provincia de San Luis. Este servicio posee actualmente más de cien sitios hosteados. Además, comparada con la oferta comercial, es de las pocas que soportan diferentes tecnologías de programación web.

La AUI ofrece diversas opciones de conectividad a los ciudadanos, a través de un diseño de comunicaciones redundantes y efectivo.

Dentro del esquema de trabajo de la AUI se dispone de un Centro de Contactos (CC), que está instalado

en el Data Center, con capacidad para treinta puestos, más un supervisor y una configuración de recursos, y servicios acordes a los requerimientos de los usuarios de la AUI. Cada agente de este centro de atención cuenta con el equipamiento, tanto de hardware como de software, necesario para su correcto desempeño.

El Centro de Contactos brinda soporte de primer nivel a todos los usuarios de los servicios informáticos que brinda el Gobierno de San Luis, a través de la AUI. Además, colabora con la formación de recursos, ya que brinda pasantías laborales a los alumnos de la Universidad de La Punta (ULP). Esto significa una ayuda económica y un paso previo importante para una pronta inserción laboral, que

*The AUI offers several connectivity options to the citizens, by means of a redundant and effective communications design.*

*Within the AUI's work diagram there is a Contact Center (CC), allocated in the Data Center, with a capacity for 30 positions, a supervisor, a resource configuration, and services in accordance to the requirements of the AUI users. Each agent at this attention center has the hardware and the software needed for appropriate performance.*

*The Contact Center provides first level support to all users of the services offered by the Government of San Luis, through the AUI. It also contributes with the formation of human resources, by offering internships to the students of Universidad de La Punta (ULP). This implies financial support and important experience for the students' insertion in the work market, including the possibility of working at the Information Highway's Data center itself. Through the CC, the Highway provides quick support for the users' queries, and at the same time it*

*receives the feedback from the users' opinions, which allows improving the services if necessary.*

*Working as support at a second level, there exists an area called Monitoring, which is in charge of integrating all the alarms, operations, elements and activities of the AUI net. This way, it is possible to eliminate problems before they occur. This area uses analysis tools and monitoring of network, servers and systems, in real time that allow preventing problems and improving the efficiency of the service.*

*The Data Center also has a Network Operation Center (NOC) where the administration of each service is carried out, as well as the administration of the network as a whole. This area fulfills the third level support tasks.*

colabora en la incorporación de conocimientos y posibilita, en ciertas ocasiones, una carrera laboral dentro del DC de la AUI. A través del CC, la Autopista brinda rápidas respuestas a los usuarios y, al mismo tiempo, sirve como retroalimentación, ya que a través del mismo se logra obtener la percepción del usuario en referencia a los servicios brindados, para así poder tomar acciones de mejora en caso de ser necesarias.

Como soporte de segundo nivel, existe un área denominada Monitoreo, que se encarga de integrar todas las alarmas, operaciones, elementos y las actividades de red de la AUI. De este modo, es posible eliminar los probables inconvenientes antes de que sucedan.

Este área utiliza herramientas de análisis y monitoreo de redes, servidores y aplicativos, en tiempo real, que permiten la previsión de problemas y la mejora en la eficiencia de los servicios.

También, el DC cuenta con un NOC (Network Operation Center) o Centro de Operaciones de la Red en donde se realizan la administración de cada servicio, y de la red en su totalidad. Esta área cumple las funciones de soporte de tercer nivel.

Resulta importante destacar que el Data Center de la AUI utiliza estándares abiertos para sus plataformas tecnológicas, esto asegura la interoperabilidad entre distintos fabricantes de equipamientos. Las

diferentes funcionalidades, base de datos y lógica de negocios, son distribuidas en 'capas' separadas para permitir futuros crecimientos y upgrades, de manera rápida y sencilla, que aseguran la alta disponibilidad del sistema.

Lo expresado asegura que el Data Center de San Luis sea de clase mundial con seguridad física, lógica, operativa y funcional garantizada, que permite su operatividad las 24 horas, los 365 días del año, con el respaldo de un grupo profesional de trabajo.

---

*It is important to point out that the Data Center of the AUI uses open standards for its technological platforms, ensuring the compatibility among different equipment manufacturers. The different functionalities, databases, and business logic are distributed in separated 'layers' in order to allow future expansion and upgrades, in a quick and simple manner, that ensure the system high availability.*

*For all these reasons, the Data Center in San Luis is a world class facility, with guaranteed physical, logical, operational and functional security that allows its operation 24 hours a day, 365 days a year, supported by a professional work team.*

2.2 Infraestructura de Red: Los brazos de la AUI

La Autopista de la Información proporciona conectividad a todas las localidades de la Provincia de San Luis, con más de veinte habitantes. Para ello utiliza una red IP, que es la más grande red gubernamental de la República Argentina.

La red IP de banda ancha, de la AUI, es de tecnología híbrida ya que utiliza enlaces de fibra óptica, radio enlaces y enlaces satelitales. Esta red está compuesta por un poderoso backbone principal en forma de anillo y una capa de agregación, y última milla, con topología estrella. También, se dispone en la ciudad capital y Villa Mercedes de una infraestructura de red metropolitana de fibra óptica que se conectan al backbone principal.

2.2.1 Backbone IP: La Columna vertebral

El backbone de la red IP, es decir la columna vertebral de la red, está formado por un conjunto de nodos y enlaces que recorren las principales ciudades de San Luis (ver figura 5).



Figura 5: esquema Backbone IP / Figure 5: Backbone IP diagram

2.2 Web Infrastructure: The arms of the AUI

The Information Highway provides connectivity to all localities that have more than twenty inhabitants in the whole Province of San Luis. To achieve this, an IP net is used, the largest governmental net in Argentina.

The AUI's broadband IP net uses hybrid technology since it uses fiber optic links, radio links and satellite links. This network is composed by a powerful main backbone, shaped as a ring and an aggregation layer, last mile with star topology. There is also, in the capital city and in the city of Villa Mercedes, a metropolitan fiber optic net infrastructure that connects to the main backbone.

El backbone principal está compuesto de treinta y seis nodos ubicados, estratégicamente, con el objeto de conectar desde allí todos los nodos secundarios y de estos últimos los enlaces de última milla, los de acceso al usuario.



Figura 6: shelter de la AUI./ Figure 6: AUI shelter.

### 2.2.2 Los Shelter's de la AUI

En cada nodo principal se encuentran los equipos de comunicaciones necesarios para que la red funcione. Los mismos están dispuestos en un shelter.

Un shelter es un cerramiento tipo contenedor que permite alojar equipos electrónicos o de telecomunicaciones, altamente sensibles, en un ambiente controlado y apto para el correcto funcionamiento (ver figura 6).

Las principales características de los shelters instalados son:

- Están diseñados para servicio en intemperie.
- Permiten alojar y proteger el equipamiento de telecomunicaciones contra diversos agentes del medio ambiente tales como: polvo, salpicaduras de agua, condensaciones externas, vientos, aire húmedo, lluvia, etc., según las definiciones de la IEC529 en el cuerpo electrónico IP55 y en el cuerpo de energía IP54 (ver figura 7).

### 2.2.1 Backbone IP: The Vertebral Spine

*The backbone of the IP net, this is to say the vertebral spine of the IP net, is constituted by a set of nodes and links that cover the most important cities of San Luis. (fig. 5).*

*The main backbone is composed by thirty-six nodes, strategically located in order to connect from there all the secondary nodes, and from here the last mile links, those which the user accesses.*

### 2.2.2 The AUI Shelters

*The necessary communication equipment to ensure the operation of the net are located at each main node. This equipment is set up in a shelter.*

*A shelter is an enclosed space similar to a container, which allows the storage of very sensitive electronic or telecommunication equipment, in a controlled environment for proper operation.*

*The main features of the shelters that have been set up are:*

- *They are designed for operation under harsh weather conditions.*
- *They can store and protect telecommunications equipment against several environmental agents such a dust, water, external condensation, wind, moist air, rain, etc., according to the definitions of the IEC529 in sections IP55 and IP54 (figure 7).*

- Las paredes son metálicas, constituidas por un bastidor de chapa plegada y soldada, protegida por pintura epoxi de altos sólidos, con recubrimiento aislante y el interior con terminaciones en materiales plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV).
- Uniones selladas con remaches ciegos o tornillos. Aplicaciones con tornillería en acero inoxidable.
- Piso especial para una correcta distribución de cargas.
- Basamento de concreto o estructura galvanizada metálica.
- Panel con puerta incorporada, de PRFV o metálica, con doble burlete, falleba, bisagras y cerrojos de seguridad y bota-agua.
- Sistema eléctrico con toma corrientes universales e interruptores y tubería galvanizada con iluminación interior fluorescente de bajo consumo e iluminación exterior, operado por interruptor de

28 |

- *The walls are made of metal, made up by a welded sheet metal frame, protected by high-solid epoxy paint, recovered with insulation. The interior of the walls is finished with fiberglass reinforced plastic material (PRFV).*
- *The joints are sealed with stainless steel rivets or screws.*
- *Special floor for a correct distribution of the loads.*
- *Concrete foundation or galvanized metal structure*
- *PRFV or metallic panel with built-in door, double draught excluder, hinges, security locks, and water drainage system*
- *Electrical system with universal outlets and switches, galvanized piping with fluorescent low-consumption, interior illumination, and external illumination operated by photocells. The energy sys-*



**Figura 7: bastidor de equipos dentro del shelter. / Figure 7: equipment rack inside the shelter.**



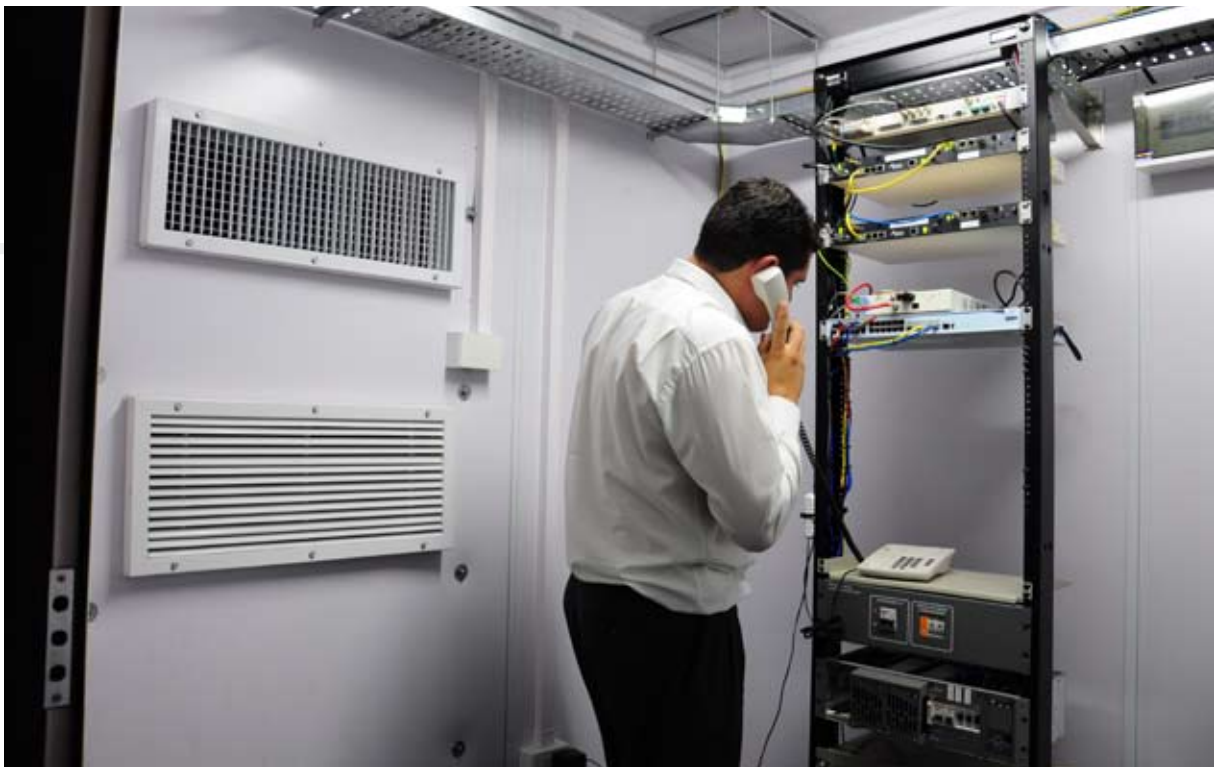


Figura 8: sistema eléctrico (imagen superior) y banco de baterías (imagen inferior) del Shelter. / Figure 8: Shelter's electrical system (upper view) and battery bank (lower view).

fotocelda. El sistema de energía que alimenta a los equipos de telecomunicaciones es estabilizado con UPS y cuenta con módulos de rectificación para alimentar a los equipos que requieren 48 Vcc. Además, cada shelter tiene su banco de baterías con su inversor que permite obtener una autonomía de 12 horas, sin energía de la empresa proveedora (ver figura 8).

- Pasamuros: de tipo modular con sello de compresión.
- Sistema de alarma: de apertura de puerta, fuego, humedad y alta temperatura.
- Sensores y señales: detectores de intrusión, humo y temperatura.
- Climatización: sistema de aire acondicionado de precisión con equipos de bajo perfil monofásico (ver figura 9).

En el predio de cada shelter se instaló una torre o mástil para montar las antenas de telecomunicaciones, que permiten la conexión con otras ciudades o localidades (ver figura 10).



**Figura 9: sistema de aire acondicionado de precisión.** / Figure 9: Precision air conditioning system.

*tem that feeds the telecommunication equipment is stabilized with UPS and has rectification module to feed the equipment that requires 48 Vcc. Each shelter also has its own battery bank that allows for 12-hour autonomy.*

- *Bulkhead fittings: modular, with compression seal.*
- *Alarm system against intruders, fire, humidity and high temperature.*
- *Sensors and signals: intruders, smoke and temperature detectors.*
- *HVAC (Heating, Ventilating and Air conditioning): precision air conditioning system with single-phase low profile equipment (fig. 9)*

*In the land allotted to the shelter a tower or mast has been installed in order to mount the telecommunication antennas that will allow the connection with other cities or localities. (fig. 10)*





Figura 10: mástiles de la AUI. / Figure 10: AUI masts.

Para la instalación de esta infraestructura se realizó, previamente, el relevamiento, cálculo y diseño de la torre ó mástil a montar. La altura de cada mástil está determinada por los cálculos de enlaces que son necesarios montar en esa infraestructura. Con los cálculos de enlaces se determina la altura mínima necesaria para la instalación de un vínculo radioeléctrico y, tomando la máxima altura necesaria para los enlaces que se quieren instalar -el caso más crítico- se obtiene la altura mínima del mástil a montar.

Todas las torres y mástiles instalados tienen un sistema de balizamiento diurno y nocturno, un sistema de riendas, pararrayos y puesta a tierra y se comunica con el shelter, a través de un sistema de acometida de cables (ver figura 11).

Además, cada shelter tiene un sistema de puesta a tierra (PAT) normalizado. El principal objetivo que se persigue con este sistema es proteger a las personas y a los equipos frente a los efectos de las interferencias electromagnéticas en las frecuencias comprendidas entre C.C. y la parte inferior de la gama de radiofrecuencias.



Figura 11: sistema de balizamiento de mástil. / Figure 11: Mast beacon system.

La PAT de cada Shelter está concebida para impedir o desviar el ingreso de la energía electromagnética al interior, que afectaría al equipamiento instalado.

*Previously, the survey, calculation and design of the tower or mast were carried out. The height of each mast is determined by the calculation of the number of links necessary to mount that infrastructure. Through the link calculation the minimum height for the installation of a radioelectric link is determined, and considering the maximum necessary height for the links that are to be installed – the most critical case – the minimum height of the mast is obtained.*

*All the towers and masts have a system of diurnal and nocturnal beacons, a system of reins, a lightning rod and grounding, all communicated to the shelter ( fig. 11).*

*Besides, each shelter has a normalized ground connection system (GC). The main purpose of this is to protect people and equipment from the effects of the electromagnetic interferences in the frequencies comprised between C.C. and the lower part of the radiofrequency range.*

*Each shelter's GC is conceived to prevent or to deflect electromagnetic energy from entering the shelter, which would affect the equipment. A shelter has three grounding networks:*

- Shelter grounding*
- Mast or Tower grounding*
- Lightning Rod grounding*

*To achieve the equipotentiality of the totality of the installation, necessarily these three groundings must be interconnected.*

Un shelter cuenta con tres tomas o redes de tierra:

- Puesta a tierra del shelter
- Puesta a tierra del mástil o torre
- Puesta de tierra de pararrayos

Para lograr la equipotencialidad del conjunto de la instalación, necesariamente estas tres tomas de tierra deberán estar interconectadas.

### Puesta a tierra del shelter

La regla básica que utilizó la Autopista de la Información para el sistema de puesta a tierra de sus shelters fue la implementación de un anillo perimetral. El anillo está formado por un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección, que rodea perimetralmente al shelter (ver figura 12).

Este conductor enterrado es continuo, sin ningún tipo de empalme y con entradas directas a la placa de tierra interna del edificio. El anillo perimetral está enterrado a una profundidad de 0,60 a 0,80 m formando un anillo cerrado instalado a 1 m, de las paredes laterales del shelter.

### Shelter Grounding

The basic rule the Information Highway used for the grounding system of its shelters was the implementation of a peripheral ring. The ring is made up by a 50-square millimeter section of naked copper conductor that surrounds the perimeter of the shelter (fig. 12)

This buried conductor is continuous, without any sort of splice and with direct entry to the internal grounding metal plate of the building. The peripheral ring is buried at a depth of 0.60 to 0.80 meters, forming a ring installed at 1 meter from the shelter's side walls.

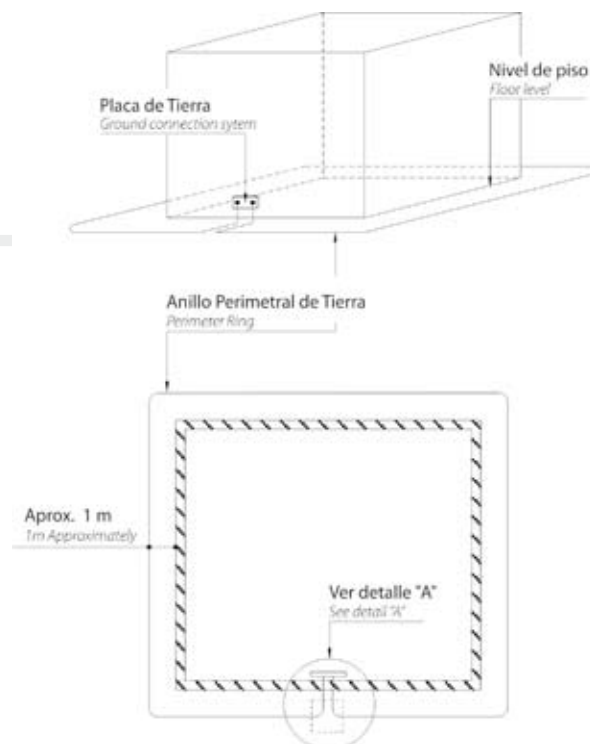
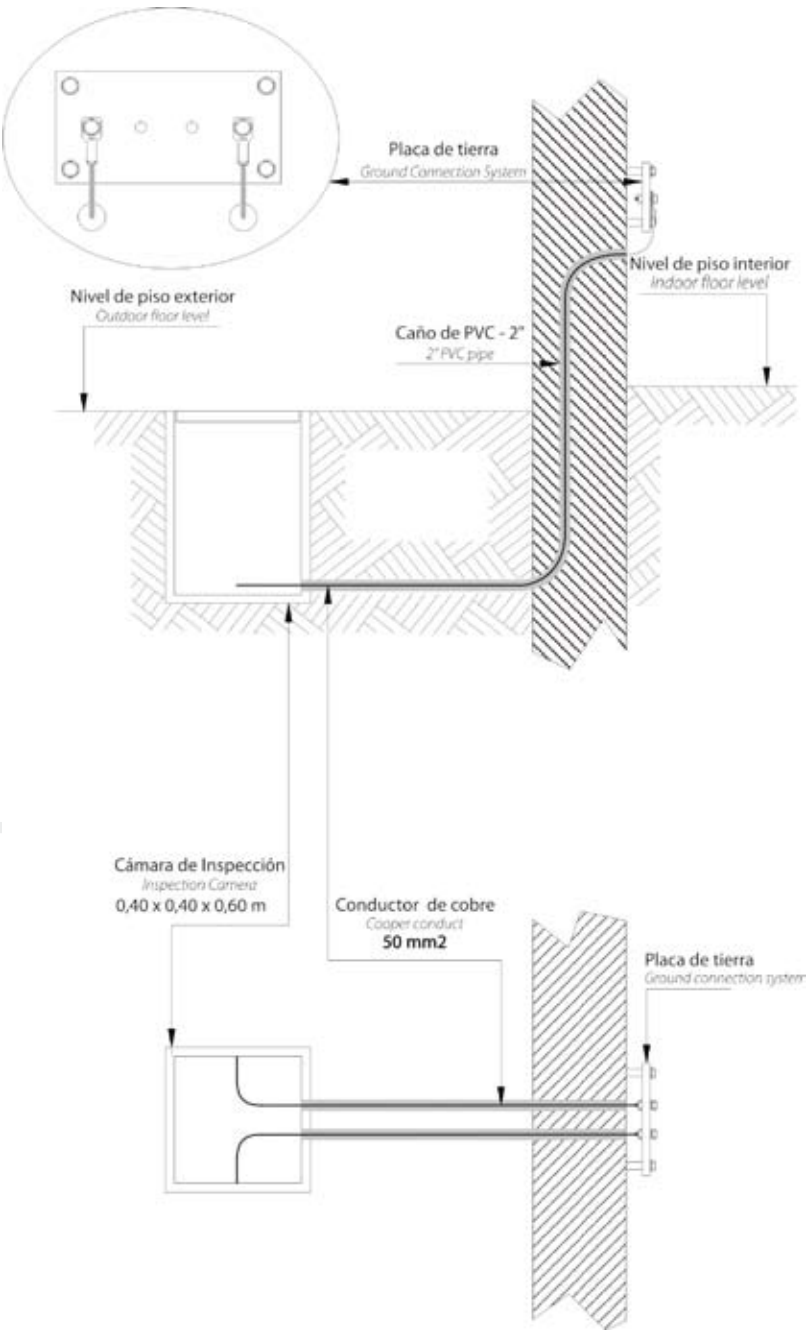


Figura 12: anillo perimetral de PAT. / Figure 12: GC perimeter ring.

El anillo perimetral no presenta ninguna discontinuidad y al shelter se ingresa por medio de los extremos del mismo llegando a la placa de tierra por conductos separados.

Estos conductos son de PVC rígido de 2" de diámetro y espesor mínimo de 3 mm, con curvas de un radio mínimo de 350 mm (ver figura 13).

Integradas al anillo perimetral enterrado y por medio de soldadura cuproaluminotérmica, se instalaron jabalinas de acero-cobre de 1,5 m de longitud y 16 mm de diámetro, hincadas en el terreno y distribuidas a lo largo del dispersor con una separación mínima de dos veces la longitud de la jabalina.



The perimeter ring does not have any discontinuity, and the shelter is accessed by the extremes of the ring, reaching the shelter's grounding plate by the ring's extremes, each of them using separate ducts.

These ducts are made of rigid PVC, with a diameter of 2", and a minimum thickness of 3 millimeters, whereas the curves have a minimum radius of 350 millimeters. (fig. 13).

Integrated to the perimeter ring and by means of copper-aluminum thermal welding, copper rods were installed (the rods measure 1.5 m in length and 16 mm in diameter), buried in the land and distributed along the disperser with a minimum separation of twice the length of the rods.

Figura 13: disposición de ingreso de los conductores. / Figure 13: Disposition of duct entry.

En algunos casos, se colocó en cada punto de cambio de dirección o de interconexión del anillo perimetral, una jabalina. Esto se debe a que frente al escarpado pulso del rayo cada interconexión o cambio de dirección vertical u horizontal del anillo perimetral, representa un incremento de impedancia, que se traduce en un incremento de tensión.

### **Puesta a tierra del Pararrayos**

En cada torre ubicada en los shelters se ha instalado un sistema de pararrayos. La instalación de los pararrayos debe garantizar la protección de los shelters contra descargas atmosféricas directas, no protegiendo cuando estas descargas son transmitidas a través de la red de distribución de energía eléctrica.

Una instalación de un pararrayos está dividida en tres partes:

- Estructura de recolección
- Estructura de descenso
- Estructura de flujo (tomas de tierras propias)

La instalación del pararrayos prevista para canalizar las descargas directas está preparada para hacer fluir las corrientes instantáneas a través de conductores de baja impedancia (estructura de descenso) disponiéndose del lado más alejado a las instalaciones de la AUI (estructura de flujo).

De esta manera, se logró que el impacto directo de un rayo sobre cualquier componente de la instalación se canalice adecuadamente a tierra, evitando los fenómenos de inducción sobre los cables de descenso de antenas.

La instalación del pararrayos está acorde a la estructura de cada shelter, evaluándose en cada caso las características relacionadas con él mismo (equipos asociados).

Para la instalación del sistema de pararrayos y su puesta a tierra se tuvieron en cuenta entre otras cosas:

- Dimensiones del shelter
- Puntos más vulnerables de la estructura
- Forma e inclinación del techo
- Altura de las antenas

*In some cases a rod was set at each point where the direction changed, or at the points of interconnection of the perimeter ring. This is because that in the face of the steep pulse of lightning, each interconnection point or horizontal or vertical change of direction of the perimeter ring represents an increment in impedance that translates in an increment in tension.*

### **Lightning Rod Grounding**

*At each tower located in the shelters a lightning rod system has been installed. The lightning rods must guarantee protection against direct atmospheric discharges; when these discharges are transmitted through the electrical energy distribution network the rods are not involved.*

*A lightning rod installation is divided in three parts*

- *Recollection Structure*

- *Descent Structure*

- *Flow Structure (ground connection)*

*The lightning rods whose purpose is channeling direct discharges are set up to make the instantaneous currents flow through low impedance conductors (descent structure) and disposing of them in the furthest point to the AUI installations (flow structure).*

*This way, the direct impact of lightning on any component of the installation is conducted appropriately to ground, avoiding induction phenomena on the antenna's descent cables.*

*The installation of the lightning rod is made in accordance to the structure of each shelter, assessing in each case the particular features required, considering the equipment allocated in that particular shelter.*

*For the installation of the lightning rod system and its grounding, the following aspects were considered:*

- Elementos metálicos existentes a nivel de techo: conductos de aire acondicionado, escaleras de cables, etc.
- Disposición de cañerías de agua, eléctricas, etc.
- Ubicación de los equipos sensibles

La toma de tierra del pararrayos descansa en una cámara de inspección. La misma está vinculada con un fleje de cobre de 30 x 2 mm, o con un conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección a la toma de tierra del shelter.

### Puesta a tierra del mástil o torre

Como se expresó anteriormente, en todos los predios de los shelter de la AUI hay una torre o mástil, y la misma debe ser protegida adecuadamente, privilegiando un camino de baja resistividad hacia tierra, de las corrientes de las descargas atmosféricas y, al mismo tiempo, asegurar la equipotencialidad.

Todas las torres y mástiles de la AUI tienen los mismos elementos a proteger:

- Antenas
- Cables de bajada de antenas: guías de onda, cables coaxiales y cables UTP.
- Cables de descenso de balizamiento

La toma a tierra de las estructuras metálicas de soporte, (torres o mástiles) tiene por objetivo canalizar las descargas que pudiesen entrar, no sólo a través de ellas, sino por todo elemento vinculado eléctricamente a éstas.

Ya que, constructivamente las torres y mástiles, son diferentes, sus conexiones a tierra también lo son. En cambio, los descensos de antenas y balizas se protegen de la misma manera (independientemente de su estructura de soporte).

Los mástiles de la AUI, que se encuentran en cada shelter, son estructuras de tipo prismático cuyo único pié de apoyo descansa sobre una base de hormigón.

- *Dimensions of the shelter*
- *Most vulnerable points of the structure*
- *Shape and inclination of the roof*
- *Height of antennas*
- *Metallic elements on the roof: air conditioning ducts, cable ladder, etc.*
- *Disposition of water and electrical lines, etc.*
- *Location of sensitive equipment*

*The lightning rod grounding rests upon an inspection chamber, which is connected to a 30 by 2 mm copper metal mesh or to a copper 50-mm<sup>2</sup> section conductor connected to the shelter's grounding.*

### **Mast Grounding**

*As it was said before, at each AUI shelter there is a mast, and it must be protected appropriately. The best way to do this is by means of a*

*low resistivity path to the ground connection that at the same time ensures equipotentiality.*

*All towers and masts have the same elements to protect:*

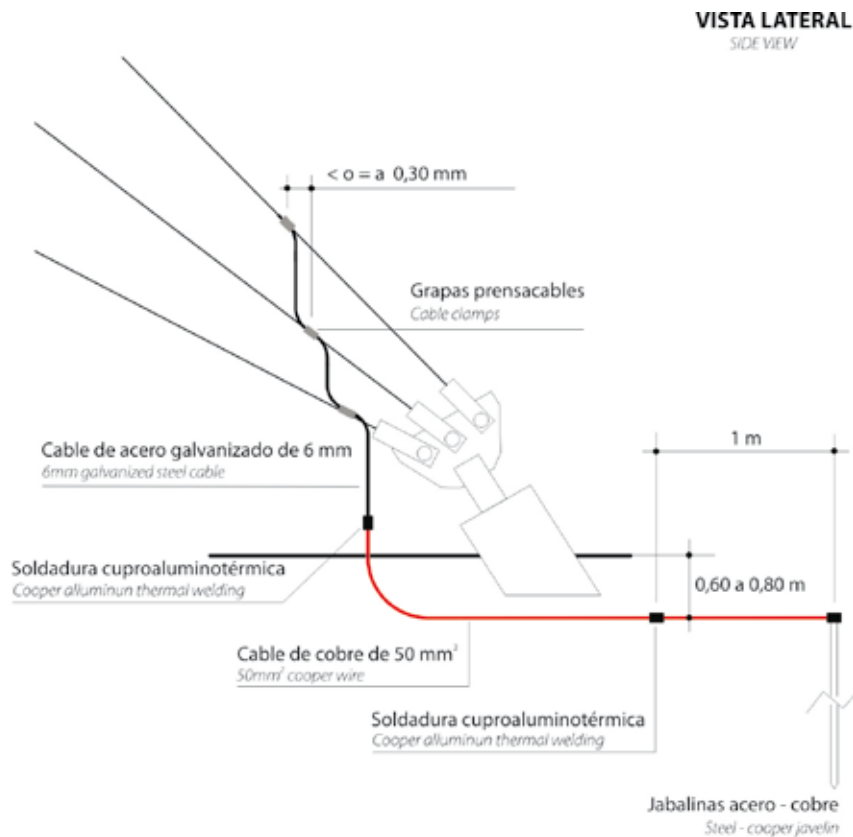
- *Antennas*
- *Antenna descent cables: de bajada de antenas: wave-guides, coaxial cables and UTP cables*
- *Beacon descent cables*

*The grounding of the support metallic structures (towers or masts) aim at channeling the discharges that might enter, not only through them, but through any element electrically linked to them.*

*Since from a construction standpoint towers and masts are different; their groundings are different as well. The antenna descents and the beacons instead, are protected in the same way (independently of their supporting structure)*

*The AUI masts that can be found in every shelter are prismatic struc-*





**VISTA SUPERIOR**  
UPPER VIEW

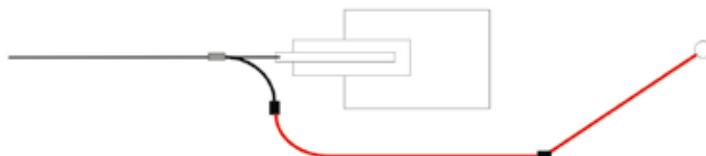


Figura 14: PAT de mástil. / Figura 14: Mast GC.

La resistencia de esta estructura es conseguida por tensores o riendas que vinculan mecánicamente el mástil a diferentes alturas, con puntos de fijación terrestres que las agrupan llamados anclas o muertos de riendas (ver figura 14).

La mayor parte de la descarga del rayo fluirá a través de las riendas provocando el soldado de los sistemas de anclaje rienda-muerto. La primera medida consiste en vincular eléctricamente todas las riendas que convergen a un mismo muerto con un conductor adecuado a cada caso.

Sobre superficie, las riendas se interconectan con cable de acero galvanizado de un diámetro mínimo 6 mm, unidos entre sí con gra-

tures whose only footing lays on a concrete foundation. The resistance of this structure is achieved by means of tensors or reins that mechanically connect the mast at different heights to terrestrial fixation points called anchors (fig. 14).

Most of the discharge will flow through the reins causing the welding of the anchorage systems. The first measure is to link electrically all the reins that converge on a anchor to an appropriate conductor for each case.

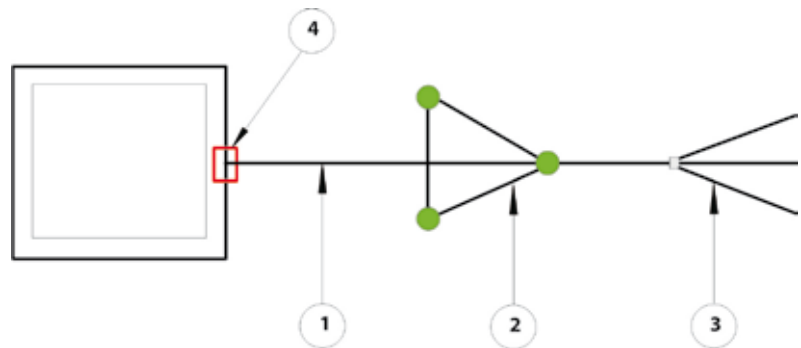
Above the surface, the reins are interconnected to galvanized steel cable that has a minimum diameter of 6 mm, joined by cable-

pas prensacables de acero galvanizado. De la rienda más baja parte una vinculación con cable de acero galvanizado hacia el suelo, pero antes de su ingreso al terreno, se une con soldadura cuproaluminotérmica a un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> que, enterrado a una profundidad de entre 0,60 a 0,80 m, sigue un recorrido paralelo al muerto de rienda y hacia la parte posterior del mismo. Inmediatamente después de éste, se forma una pata de ganso con el mismo conductor y dos jabalinas de acero - cobre soldadas cuproaluminotérmicamente. En todos los muertos de rienda está dispuesta esta toma de tierra. Cuando existan dos o más muertos de rienda en un mismo radio, se han vinculado eléctricamente con fleje de cobre de 30 x 2 mm.

Para asegurar la equipotencialidad de la instalación se interconectaron las tres tomas de tierra (toma a tierra del pararrayos, de la torre y la del shelter). Esta vinculación se realizó en la barra de corte ubicada sobre la pata de la torre.

La vinculación entre la toma a tierra del edificio y el resto se realizó por medio de fleje de 30 x 2 mm (ver figuras 15 y 16).

Figura 15: equipotencialidad de todas las PAT. / Figure 15: Equipotentiality of all GC



1. Fleje de cobre de 30 x 2 mm utilizado como vinculación entre toma a tierra del edificio y el resto.  
*Fleje de cobre de 30 x 2 mm utilizado como vinculación entre toma a tierra del edificio y el resto.*
2. Vinculación con fleje de cobre de 30 x 2 mm entre las patas de torre. / Vinculación con fleje de cobre de 30 x 2 mm entre las patas de torre.
3. Toma a tierra de pararrayos (tipo pata de ganso).  
*Toma a tierra de pararrayos (tipo pata de ganso).*
4. Cámara de inspección a pie de la sala (ver pasamuros). / Cámara de inspección a pie de la sala (ver pasamuros).





**Figura 16: imágenes de la PAT de un shelter. / Figure 16: Shelter GC images.**

a galvanized steel link directed towards the floor, but before it enters the land, it is welded (using copper- aluminum thermal welding) to a 50 mm<sup>2</sup> section of naked copper cable, buried at a depth of 0.60 to 0.80 m, then following a parallel path to the 0 anchors, but towards its back part. Immediately after this, the same conductor is shaped into a goose-foot and two steel rods, which are copper-aluminum thermally welded. This grounding is disposed at each rein endings.

When there are two or more anchors in a same radius, they have been electrically linked with 30 by 2 mm copper mesh. To ensure equipotentiality of the installation the three groundings were interconnected (lightning rod, tower and shelter groundings). This connection was carried out at the copper bar located at the footing of the tower

Toda esta infraestructura de cada shelter principal nos asegura el alojamiento de equipos de telecomunicaciones del tipo “carrier class” en condiciones óptimas para garantizar una disponibilidad de servicio adecuada.

Para el backbone principal, cada shelter se comunica con el shelter siguiente con un enlace formando una topología de anillo, mientras que para el ramal que brinda servicio al sur de la provincia se conecta en forma de estrella, pero con enlaces redundantes del tipo 1 + 1 (ver figura 17).

La topología utilizada tiene la ventaja que ante la salida de servicio de algún enlace, no se pierde la conexión ya que la información pue-

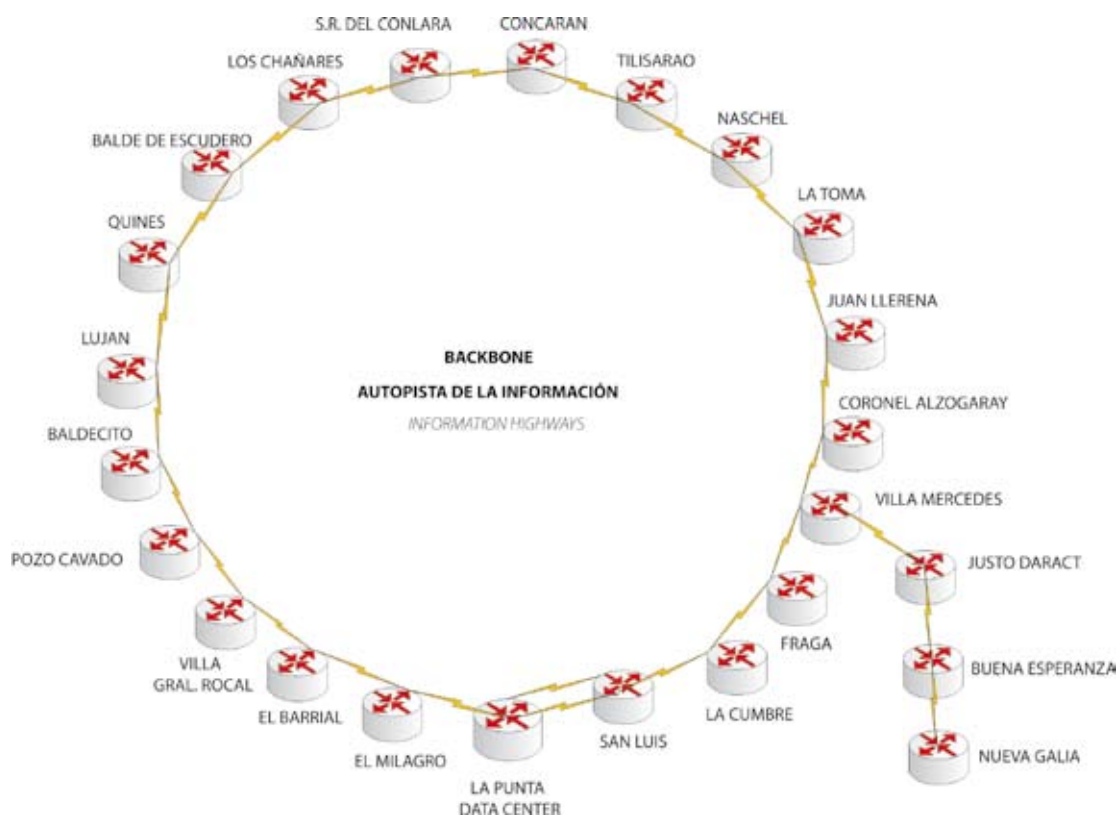


Figura 17: diagrama topológico del backbone. / Figure 17: topological diagram of backbone.

de viajar por el enlace restante.

En cada nodo se instalaron los equipos de transmisión necesarios para establecer cada enlace y un equipo de conmutación y ruteo de paquetes que permite elegir la mejor ruta de destino disponible en cada momento.

Los equipos de conmutación y ruteo utilizados son del tipo switch layer 3, estos son los encargados de direccionar los paquetes hacia el destino solicitado, ya sea en capa 2, a través de los encabezados de frame Ethernet o en capa 3, a través de los encabezados IP (ver figura 18).

Estos equipos también realizan el encolado de los buffer de salida y son los encargados de aplicar las políticas de calidad de servicio.



**Figura 18: equipos de conmutación de paquetes: Switch layer 3** / *Figure 18: Packet Switching Equipment: Switch 3-Layer*

Resultó necesario aplicar calidad de servicio, debido a los diferentes tipos de tráfico que circulan por la red. Por ejemplo, el tráfico de comunicaciones de voz es del tipo “real time” o en tiempo real, y este tráfico es muy sensible a los retardos (delay) y a las variaciones de los retardos (jiter), por lo cual, este tráfico debe ser encolado con

prioridad y de manera tal de entregar todos los paquetes en destino con un delay preestablecido y sin variaciones de retardo.

Las políticas de calidad de servicio aplicadas en capa 3, fueron implementadas con el método conocido como DSCP, por sus siglas en inglés “Differentiated Services Code Point”. Este método se utilizó para

*The connection of the building grounding and the rest was carried out by means of 30 by 2 mm copper strapping (fig. 15 and 16).*

*The entire aforementioned infrastructure at each main shelter ensures optimum conditions for the storage of carrier class telecommunication equipment to guarantee an availability of proper service.*

*For the main backbone, each shelter communicates to the next through links that conform a ring topology, whereas for the branch that serves the south of the province, the connection is star shaped, but the links are 1+1 redundant type (fig. 17).*

*The topology that was used has the advantage that, in case one of the links is out of order, the connection is not lost since the information can travel through the remaining link.*

*At each node, the necessary transmission equipment to establish*

*each link has been installed, as well as packet switching and routing equipment that allows choosing the best available destination route at any given time.*

*The switching and routing equipment is switch-layer three type; this equipment is responsible for directing the packets towards the requested destination, whether it is on layer 2, through the heading of Ethernet frame, or on layer 3 through the IP headings (fig. 18)*

*This equipment also performs the queuing of the outgoing buffers and it is in charge of enforcing the quality of service policies.*

*Applying quality of service turned out to be a necessity, due to the different kinds of traffic that travel through the network. For example, voice-communication traffic is in real time, and that kind of communication is very sensitive to delays and to variations in the delays (jiter) and therefore this traffic must be queued with priority and in such a way that all packets are delivered with a pre-established delay without variations.*

todo el backbone IP de la Autopista de la Información. Consiste en modificar los bits del segundo byte del encabezado del paquete IP para diferenciar los tipos de servicios presentes y colocarlos en colas con diferentes prioridades. Para esto último se utilizaron métodos de encolado por clase de servicio del tipo CBQ por sus siglas en inglés “Class Based Queuing”.

En referencia al método utilizado para brindar calidad de servicio en capa 2, se seleccionó la utilización del estándar IEEE 802.1p, que proporciona un mecanismo para implementar calidad de servicio priorizando tráfico a nivel de MAC (Media Access Control).

Como se expresó anteriormente, estos equipos son los encargados

de realizar el ruteo de los paquetes y para ello se seleccionó e implementó la técnica de ruteo dinámico utilizando el protocolo OSPF, por sus siglas en inglés “Open Shortest Path First”, que es un protocolo de ruteo jerárquico que usa el algoritmo estado de enlace para calcular la ruta más conveniente. Este protocolo acepta la utilización de redes con máscara de subred de longitud variable (VLSM) y se configuró para descomponer la red en áreas o regiones más pequeñas. Hay un área del backbone que forma la parte central de la red y es donde se conectan las demás áreas. De esta manera, cada nodo de la AUI tiene un área propia y conecta con el área de backbone de la red.

En referencia a los equipos de

transmisión que se utilizan en la AUI, hay dos tipos: para fibra óptica y para radio enlaces. Para fibra óptica se utilizan equipamientos con tecnología DWDM por sus siglas en inglés de Dense Wavelength Division Multiplexing. Este es un método de multiplexación, que permite transmitir por un mismo medio óptico, diferentes portadoras utilizando distintas longitudes de onda emitidas por un láser. Utilizando este método es posible transmitir diferentes tipos de tráfico, utilizando hasta 40 Gbps con un solo medio óptico (ver figura 19).

Para la transmisión a través de la tecnología de radio enlaces se utilizaron equipamientos de última generación que permiten la transmisión de hasta 300 Mbps, full duplex.

*The quality of service policies applied on layer 3, were implemented by means of the DSCP (Differentiated Services Code Point) method. This method was used for the Information Highway's entire IP backbone. It consists in modifying the bits of the second byte in the IP Packet heading in order to differentiate the types of services that are present, and to distribute them in queues with different priority level. For this, CBQ (Class Based Queuing) methods were used.*

*As for the method for providing quality of service on layer 2, Standard IEEE 802.1p was selected, which provides a mechanism to implement quality of service prioritizing traffic at MAC (Media Access Control) level.*

*As mentioned above, these pieces of equipment are responsible for performing the routing of the packet, and for this purpose the technique of dynamic routing that uses the OSPF (Open Shortest Path First) protocol was selected and implemented. This is a hierarchical protocol that uses the state of link algorithm to calculate the most convenient route.*

*This protocol accepts the utilization of networks with variable length subnet masks (VLSM) and was configured to discompose the network in smaller areas or regions. There is an area of the backbone that constitutes the central part of the network and it is where the remaining areas connect. This way, each AUI node has its own area, connected to the network's backbone area.*

*In regards to the transmission equipment that the AUI uses, there are two types: those for fiber optic and those for radio links. For fiber optic DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) technology equipment is used. This is a multiplexing method that allows transmitting through the same optic medium different carriers at different wavelengths emitted by a laser. Using this method it is possible to transmit different kinds of traffic, using up to 40 Gbps with only one optic medium.*

*For transmitting through radio link technology, state of the art equipment was used, which allows transmission of up to full 300Mbps, full duplex.*



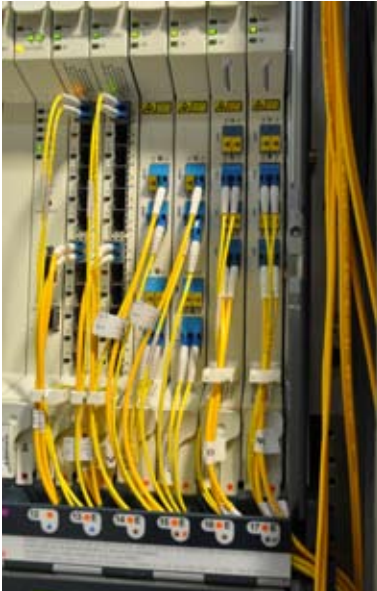


Figura 19: equipo DWDM de la AUI. / Figure 19: AUI DWDM equipment.

Luego de una exhaustiva preselección técnica de radio enlaces de primera marca más importantes del mercado, se seleccionó un equipamiento que supera con amplitud las prestaciones y facilidades que brindan los demás: radio enlaces Eclipse de la marca Harris-Stratex.

La versatilidad de estos dispositivos y la gran experiencia en proyectos de envergadura con esta tecnología ayudaron a la elección. Entre las prestaciones que vale la pena remarcar, se destaca que son radio enlaces que pueden proveer 300Mbps con una sola unidad exterior (ODU). Mientras que la mayoría de los radio enlaces del mercado, para poder llegar a dicha capacidad deben hacerlo mediante dos unidades exteriores (RAU) y con antenas de polarización cruzada. El hecho de implementar la solución con una única ODU facilita la instalación y puesta en marcha, y por sobre todas las cosas significa una carga mucho menor para las estructuras de la AUI (ver figura 20).

Estos dispositivos están ampliamente probados y están homologados por la Comisión Nacional de Comu-

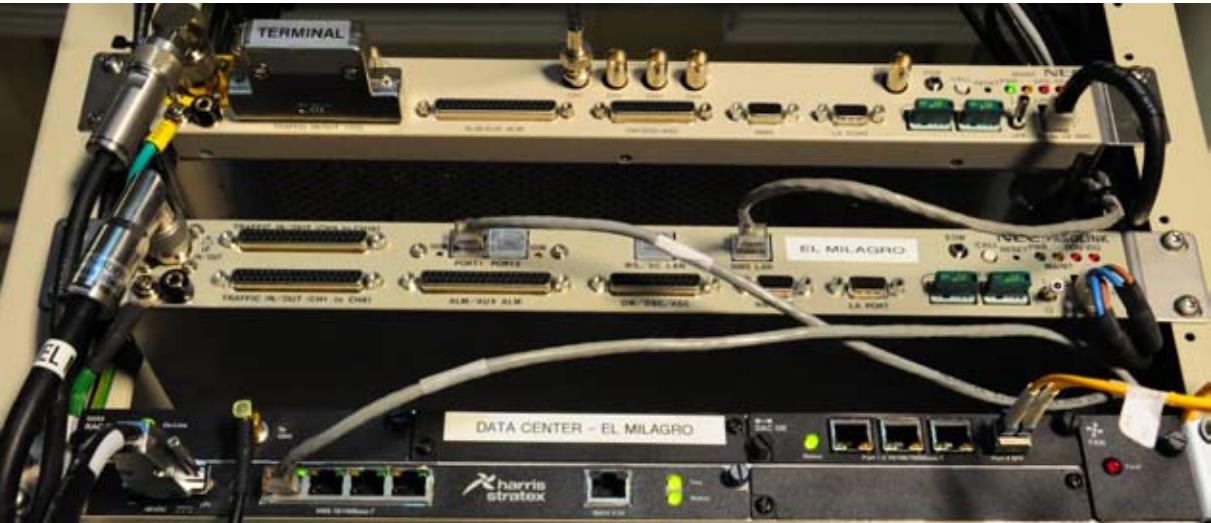


Figura 20: radio enlaces del Backbone principal. / Figure 20: Main backbone's radio links.

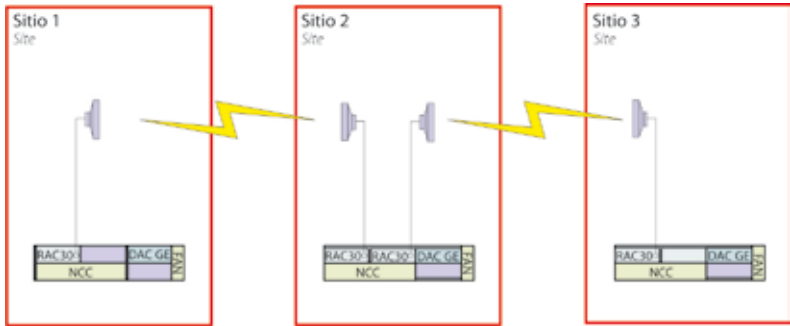
nicaciones (CNC), y se presentan actualmente como una excelente opción para aquellas aplicaciones que necesitan disponer de radio enlaces de altas prestaciones y confiabilidad, situación requerida por la red AUI.

La topología utilizada para el anillo principal del backbone fue la instalación de estos radio enlaces de última generación en configuración 1+0, ya que el anillo da la redundancia necesaria, y con capacidad de 2 STM1, es decir 310 Mbps, ocupando en el espectro, un ancho de banda de 56 MHz con modulación de 128QAM a nivel de RF y la capacidad fue utilizada para la transmisión de señales Gigabit Ethernet (GE) (ver figura 21).

Cada punto del sistema cuenta con una unidad DAC GE que posee tres interfaces eléctricas Gigabit Ethernet y una interface óptica monomodo Gigabit Ethernet, las cuales pueden ser crossconectadas hacia cualquier interface del radio enlace que componga el nodo o hacia otras interfaces físicas sin necesidad de cruzadas internas.

Teniendo en cuenta que los cinco enlaces de la ramificación correspondiente al sur de San Luis, no están en anillo y son enlaces de gran distancia, se decidió la utilización de sistemas con diversidad de espacio (1+1) (ver figura 22).

**Figura 21: esquema de conexión (1+0) de radio enlaces de nodo principal.** / *Figure 21: Main Node Radio Link Connection (1 + 0) Diagram*



After an exhaustive technical pre-selection among the most important companies in the market, Eclipse radio links, made by Harris-Stratex were selected. This equipment clearly surpasses its competitors in performance and features.

The versatility of these devices and the manufacturer's extensive experience in projects of this scale helped to arrive to a decision. Among the features worth mentioning, we emphasize that they are radio links that can provide 300 Mbps with only one external unit (ODU). The majority of the market's radio links must use two external units (RAU) and cross-polarized antennas to reach that capacity. Implementing the solution using one ODU eases the installation and start-up, and moreover it implies a smaller load for the AUI structures (fig. 20).

These devices have been thoroughly tested and they have been approved by the National Commission of Communications (CNC), and currently are an excellent option for those applications that re-

quire reliable high performance radio links, which is the case of the AUI.

The topology used for the backbone's main ring was the installation of these latest generation radio links in 1 + 0 configuration, since the ring provides the necessary redundancy and with a capacity of 2 STM1 (that is to say 310 Mbps) covering the spectrum, a bandwidth of 56 MHz with modulation of 128 QAM at RF level, and the capacity was used for the transmitting of Gigabit Ethernet signals (fig. 21).

Each point of the system has a DAC GE unit that is equipped with three Gigabit Ethernet electrical interfaces and a single mode Gigabit Ethernet optical interface, which can be cross-connected to any interface of the radio link that composes the node or to other physical interfaces without the need of internal crossing.

2.2.3 Los Nodos Secundarios de la AUI

Cada shelter o nodo principal se conecta con varios nodos secundarios. Estos nodos secundarios están ubicados físicamente dentro de edificios gubernamentales, como escuelas, destacamentos policiales, centros de salud, edificios legislativos, judiciales y municipales (ver figura 23).

Es posible clasificar a los nodos secundarios de acuerdo a su tecnología de acceso a la red de la Autopista de la Información:

- Nodos secundarios con tecnología de radio enlaces
- Nodos secundarios con tecnología de fibra óptica

La AUI tiene 324 nodos secundarios y cada uno de ellos cuenta con, al menos, un enlace a la AUI, y desde allí se conectan los puntos de presencia con diversas tecnologías: fibra óptica, radio enlace punto a punto o radio enlace punto multipunto (ver figura 24).

En cada nodo secundario hay disponibilidad de energía asegurada a través de UPS, un rack donde se aloja el equipamiento y un mástil, torre o pedestal, para brindar los servicios con tecnología inalámbrica.

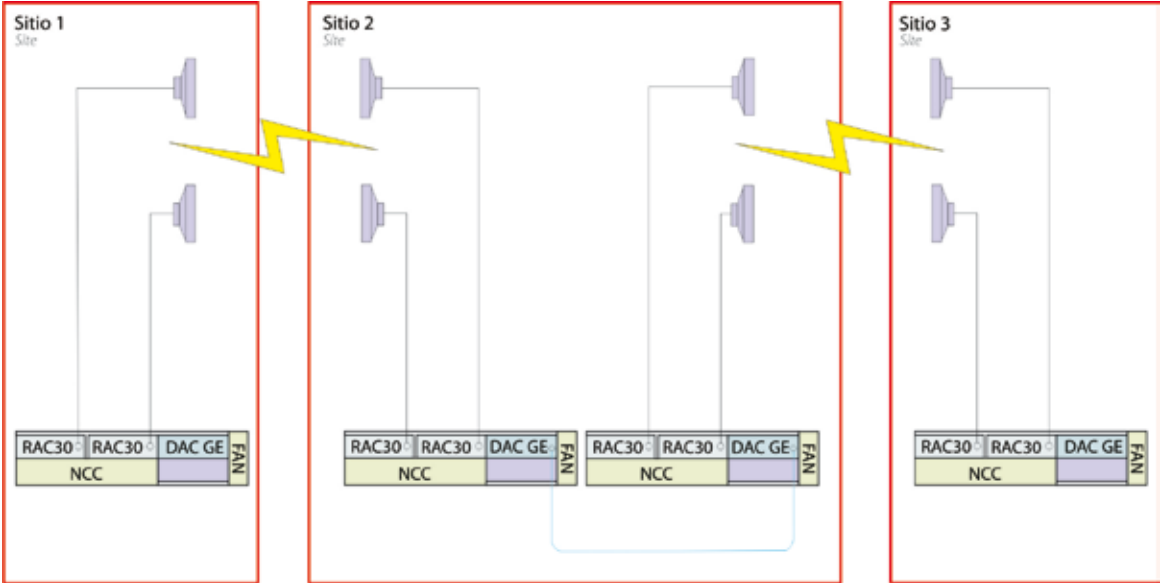


Figura 22: esquema de conexión 1+1 para los nodos del sur de la provincia. / Figure 22: Connection (1 + 1) Diagram, for the south of the Province.



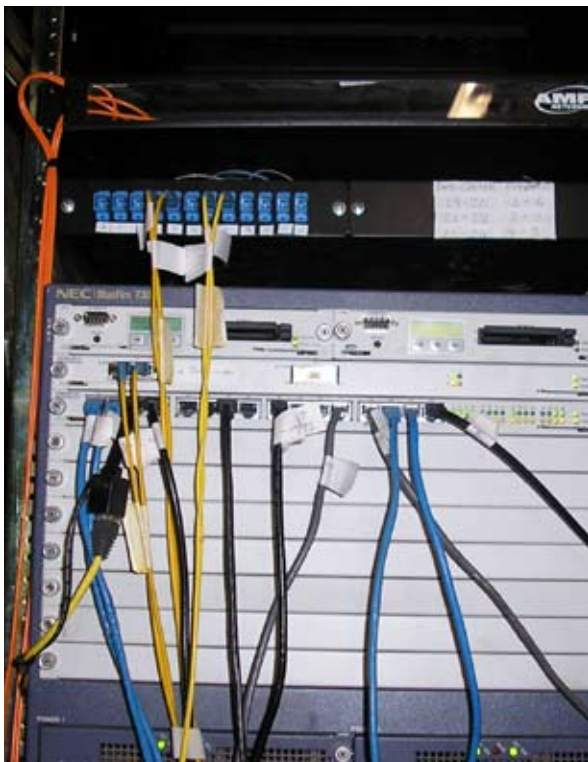


Figura 23: nodo secundario de la AUI. / Figure 23: AUI secondary node.

Bearing in mind that the 5 links of the branch that correspond to the south of the province of San Luis are not set up as a ring and that they have to cover long distances, the use of systems with space diversity (1 + 1) was decided. (fig. 22).

### 2.2.3. The AUI Secondary Nodes

Each shelter or main node is connected to several secondary nodes. These secondary nodes are physically located in governmental buildings such as schools, police stations, health clinics and legislative, judicial and municipal buildings (fig. 23).

It is possible to classify the secondary nodes depending on the type of network access technology they possess.

- Secondary nodes with radio link technology
- Secondary nodes with fiber optic technology

The AUI has 324 secondary nodes and each one of them has at least one link to the AUI, and from there the points of presence are connected with different technologies: fiber optic, radio link, point-to-point

### 2.2.4 Los puntos de presencia de la AUI

Cada dependencia del Estado provincial: Salud, Seguridad, Educación, edificios del Poder Ejecutivo, Legislativo y Judicial, dependencias municipales y organizaciones no gubernamentales (ONG), son puntos de presencia de la Autopista de la Información, porque tienen una conexión a algún nodo secundario y cuentan con los servicios de la AUI.

Cada nodo secundario, además de ser nodo de la AUI por brindar servicio a otros sitios, es un punto de presencia, ya que estos nodos están ubicados en dependencias del Estado provincial y toman los servicios de la AUI a través de una red de área local o LAN y los dispositivos necesarios.

Los puntos de presencia (PP) se pueden clasificar según la tecnología que utilizan: PP con tecnología de FO; PP con tecnología de radio enlace y PP con tecnología satelital. En cada uno de ellos hay un rack donde se alojan los equipos de la AUI y energía estabilizada con UPS.

or multipoint radio link (fig. 24).

At each secondary node there is available energy supplied by a UPS, a rack where the equipment is located and a mast, tower or pedestal, to provide services using wireless technology.

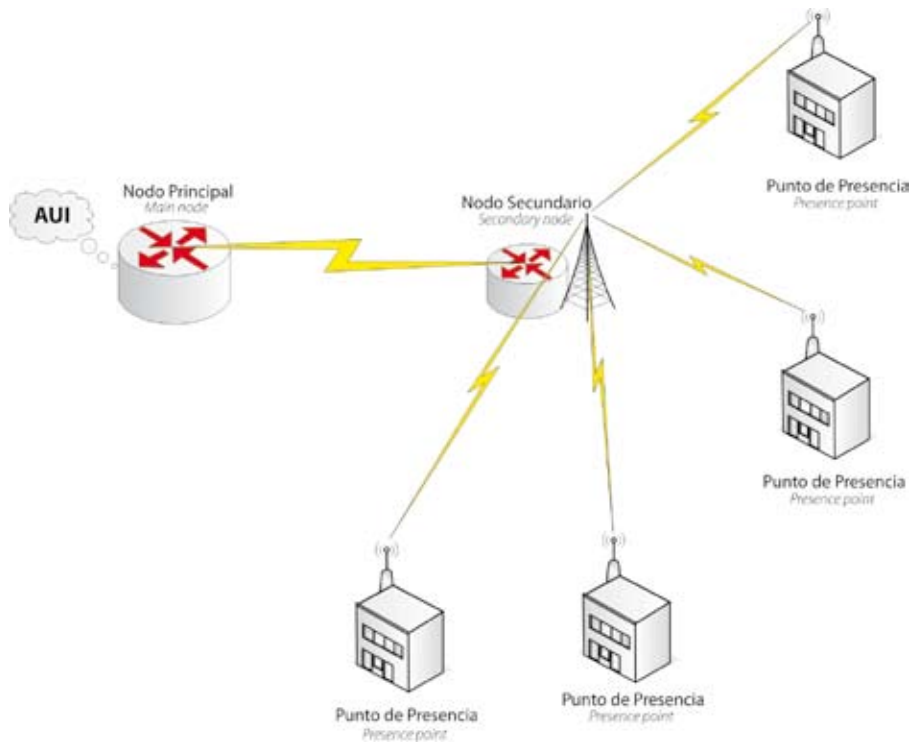
### 2.2.4. The AUI Points of Presence

Every branch of the Provincial State such as Health, Security, Education, the Executive, Legislative and Judicial Powers, municipal buildings and non-governmental organizations are points of presence of the Information Highway, because they are connected to a secondary node and have AUI services available.

Each secondary node, besides being a AUI node by providing services to other locations, is a point of presence, since the nodes are located in governmental buildings and use the services of the AUI by means of a LAN (Local Area Network) and the necessary devices to do so.

The points of presence (PP) can be classified depending on the kind of technology they use: PP with FO technology; PP with radio link te-

Figura 24: topología descriptiva de nodo secundario. / Figure 24: Secondary node descriptive technology.



Todos los PP tienen un parque informático: PC's, una red de área local; LAN con tecnología cableada o por Wi-Fi, y telefonía IP. Todos estos elementos y servicios son instalados, administrados y mantenidos por la AUI.

Existen en la Autopista de la Información 135 puntos de presencia con tecnología satelital, en aéreas rurales y limítrofes de la provincia. Estos PP satelitales tienen un salto de satélite contra un telepuerto ubicado en la ciudad de Buenos Aires. Y desde allí, utilizando redes terrestres, se comunican con el Data Center de la AUI (ver figura 25).

Para los puntos de presencia satelitales de la AUI se utilizan los servicios del satélite AMC-6 ubicado en la posición orbital geoestacionaria 72° Oeste.

chnology and PP with satellite technology. At each one there is a rack where the equipment is allocated and stabilized energy provided by UPS.

Each PP is equipped with: PCs, a local area network; wired or Wi-Fi technology LAN and IP telephony. All these elements and services are installed, managed and maintained by the AUI.

In the Information Highway there are 135 points of presence with satellite technology, in rural areas and at the province's borders. These satellite PP have satellite link to a teleport located in Buenos Aires. From there, using terrestrial networks, they communicate with the AUI's Data Center (fig. 25)

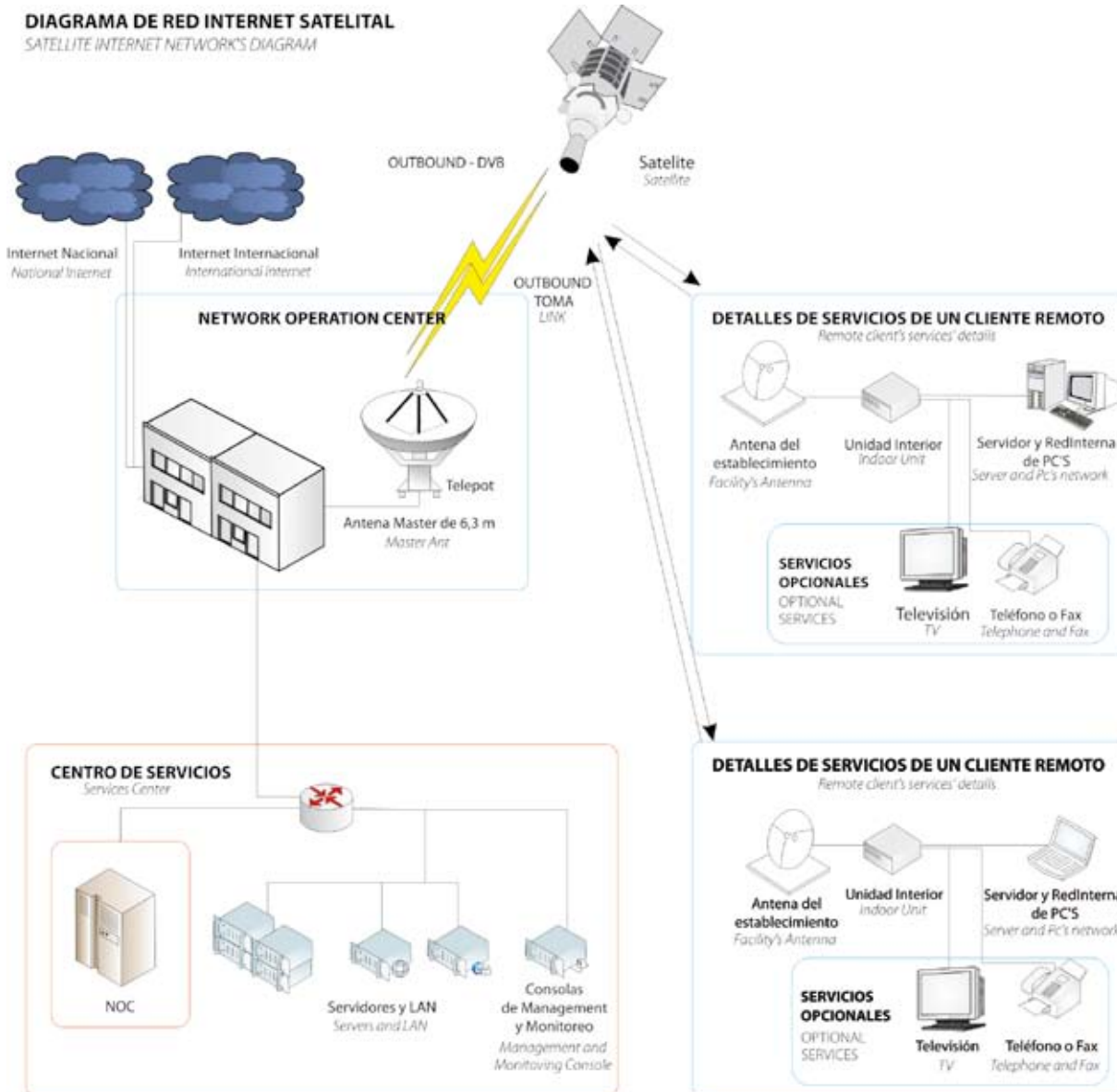


Figura 25: esquema de conexión de PP con tecnología satelital./ Figura 25: esquema de conexión de PP con tecnología satelital.

La instalación en cada punto de presencia satelital consiste en una antena remota tipo VSAT con los componentes necesarios de ODU (unidad exterior) e IDU (unidad interior) que se encarga de transmitir y recibir los datos desde y hacia el satélite, y éste se encarga de retransmitir la señal de RF hacia el telepuerto (ver figura 26).

La IDU es un modem que contiene un receptor digital, un modem, un router y una interface Ethernet y se encarga de encapsular los paquetes IP y realizar la modulación correspondiente para lograr la transmisión hacia el satélite.

La ODU son los componentes electrónicos y mecánicos que componen la unidad exterior y que van montados sobre la antena insta-

*The services of the satellite AMC-6 are used for the satellite points of presence, located at the geostationary orbital position 72° west. The installation of each satellite point of presence is made up by a remote VSAT antenna, with the necessary ODU (external unit) and IDU (internal unit) components. This antenna is in charge of transmitting to and receiving data from the satellite, and the satellite is responsible for transmitting the RF signal to the teleport (fig. 26)*

*The IDU is a modem that contains a digital receptor, a modem, a router and a Ethernet interface, and it is in charge of encapsulating the IP packets and performing the corresponding modulation to achieve the transmitting to the satellite.*



**Figura 26:** antena ubicada en un PP de la AUI./Figure 26: Antenna located at PP of the AUI.





lada en cada punto de presencia  
satelital.

Además, la AUI cuenta con un mó-  
vil satelital compuesto de un ve-  
hículo, especialmente preparado  
con los soportes para la antena sa-  
telital, generador de energía, UPS  
y con cuatro puestos de acceso  
con notebook, escáner e impres-  
ora (ver figura 27).



Figura 27: móvil satelital de la AUI. / Figura 27: móvil satelital de la AUI.

## 2.3 La Autopista de la Información en números

- 1.303 puntos de presencia en toda localidad de la provincia, con más de veinte habitantes.
- 10.000 computadoras conforman el parque informático de la AUI.
- 600 Mbps de acceso a internet es la capacidad actual de la AUI.
- 1.400 internos de telefonía IP y 2000 internos de telefonía convencional forman un parque de 3.400 internos telefónicos de la AUI, que cursan 11.000 llamadas gratuitas diarias.
- 192,5 Km de Fibra Óptica propia forma parte de la infraestructura de red de la AUI.
- 300 Mbps es la capacidad actual del backbone de la red en el interior de la provincia.
- 400 Mbps es la velocidad del enlace entre las dos principales ciudades de la provincia (San Luis y Villa Mercedes).
- 3.000 movimientos de expedientes diarios y 800.000 expedientes activos maneja el sistema de expedientes del gobierno provincial que es alojado, administrado y mantenido por la AUI.
- 11 servidores de antivirus, estratégicamente ubicados, dan servicio al parque informático.
- 150 servidores físicos y virtuales son utilizados para brindar los servicios de la AUI.
- 170 portales web se alojan en el Data Center con más de 4.000.000 de visitas por año.
- 51 sistemas informáticos administrados y mantenidos por la AUI.
- 372.901 llamadas atendidas por solicitudes y reclamos durante el año 2009.
- 17.570 cuentas de correo electrónico son administradas por la AUI.

*The ODU are the electronic and mechanical components that constitute the external unit and that are mounted on the antenna installed at each satellite point of presence.*

*Besides, the AUI has a satellite vehicle, specially prepared with stands for the satellite antenna, power generator, UPS and for access positions equipped with a notebook, a scanner and a printer (fig. 27)*

### 2.3.1.1 The Information Highway by the numbers

- 1303 points of presence in every location of the province that has more than 20 inhabitants
- The information highway is equipped with 10.000 computers.
- The current internet access capacity of the AUI is 600 Mbps.
- 1400 interns of IP telephony and 2000 interns of conventional telephony make up the AUI park of 3400 telephonic interns, through which 11000 free calls a day go by.
- 192.5 kms of fiber optic (property of the AUI) are part of the network's infrastructure.
- The current capacity of the network's backbone in the interior of the province is 300 Mbps.
- The speed of link/connection between the two main cities in the Province (san Luis and Villa Mercedes) is 400Mbps.
- The provincial government's file system manages 3000 file movements a day and manages 800,000 active files, all of which are stored, managed and maintained by the AUI.
- 11 strategically located antivirus servers serve the AUI.
- 150 physical and virtual servers are used to provide the AUI's services.
- 170 web portals are stored/located in the Data Center, receiving over 4,000,000 visits a year.
- 51 computer systems are managed and maintained by the AUI
- 372,901 answered calls regarding requests and claims during the year 2009.
- 17,570 email accounts are managed by the AUI.







## Capítulo 2:

# Wi-Fi para toda la sociedad



Figura 28: antena base de Wi-Fi. / Figure 28: WiFi  
Radio Base Station (RBS)

A partir del año 2008, el Gobierno de la Provincia de San Luis, a través de la Universidad de La Punta (ULP), desarrolló una iniciativa para acercar los servicios de la Autopista de la Información a toda la comunidad.

Luego de un exhaustivo estudio tecnológico por parte de la ULP, se preseleccionó la tecnología Wi-Fi como la solución propuesta para llevar la AUI a toda la ciudadanía. A este plan se lo denominó “Localidades Wi-Fi”.

### 3.1 Tecnología

En marzo del 2008 se realizó un llamado a licitación pública para la contratación de la provisión e instalación de conectividad inalámbrica con tecnología Wi-Fi para doce localidades de San Luis. Esta licitación fue adjudicada a una empresa que realizó la provisión e instalación, utilizando como antena base una especialmente diseñada para redes Metro Wi-Fi de origen Israelí de marca Wavion (Ver Figura 28).

## Chapter 3

### Wi-Fi for the whole society

Starting in the year 2008 the Government of the Province of San Luis, through Universidad de la Punta (ULP), developed a project which aimed at bringing the services of the Information Highway closer to the whole community.

After exhaustive technological research carried out by ULP, WiFi technology was pre-selected as the best way to achieve that goal. This plan was called “WiFi Localities”.

### 3.1.1 Technology

In March 2008 a public tender was put out for the provision and installation of wireless connectivity with WiFi technology for 12 localities in San Luis. It was awarded to a company that carried out the provision and installation, using a specially designed antenna for WiFi Metro networks, created by Wavion, from Israel. (fig. 28)

El sistema Wavion incorpora la novedosa tecnología de beamforming, la cual provee un área de cobertura ampliada para clientes estándar wi-fi con una excelente calidad de cobertura.

El modelo de la estación base Wavion seleccionado fue el WBS2400 que provee más de cuatro veces el área de cobertura y más de dos veces el throughput de los dispositivos que existían en el mercado al momento de la elección. Este beneficio permitió disminuir la densidad de access point, lo que significó mejorar el caso de negocios con ahorros de más de 50% en el capital inicial de implementación y entre un 30% y 50% en el costo de operación.

La radio base utiliza el sistema SDMA por sus siglas en inglés "Space Division Multiple Access". Este sistema permite comunicaciones simultáneas de downlink con dos usuarios que operan en la misma frecuencia de canal. SDMA crea dos downlinks a dos usuarios diferentes simultáneamente, transmitiendo diferentes datos a cada uno de ellos.

Cada uno de los streams de datos es direccionado, lo que significa que cada usuario recibirá únicamente el stream dirigido a él. Esto duplica el throughput de downlink del cliente y se logra con el sistema de Beamforming.

La solución implementada con la tecnología Wavion está basada completamente en Beamforming,

tanto para el acceso como para el backhaul. Esto significa que cada radio base normalmente provee más del doble de radio de cobertura que un access point estándar. Las radio bases implementan el sistema MIMO (Multiple In Multiple Out), lo cual es una ventaja desde el punto de vista radioeléctrico. Y permite, a través de un procesamiento digital de la señal, conseguir equivalencias de potencias y señales sin exceder las resoluciones vigentes. MIMO es una arquitectura y no una funcionalidad.

Wavion usa una arquitectura MIMO para desarrollar el beamforming de forma que funcione con cualquier dispositivo Wi-Fi estándar. Es un desarrollo que ofrece las ventajas descritas, es totalmente

*The Wavion system adds the new beamforming technology, which provides a broadened coverage area for standard WiFi clients with an excellent coverage quality.*

*The Wavion base station model selected was the WBS2400 that provides more than four times the coverage area and twice the throughput that was offered by the other devices that existed in the market at the time. This benefit allowed reducing the access point density, which implied savings of over 50% in the initial implementation capital and 30% to 50% in operation costs.*

*The base radio uses the SDMA (Space Division Multiple Access) system. This system allows simultaneous downlink communication with two users that operate at the same channel frequency. SDMA creates two downlinks for two different users simultaneously, transmitting different data to each one of them.*

*Each of the data streams is directed, which means that each user will only receive the stream directed towards him. This duplicates the client's downlink throughput and is achieved using the Beamforming system.*

*The solution implemented by Wavion technology is completely based on Beamforming, both for the access and for the backhaul. This means that each radio base normally provides more than twice the coverage radius than a standard access point.*

*The radio bases implement the MIMO (Multiple In Multiple Out) which is an advantage from the radioelectrical standpoint. And allows, through digital processing of the signal to obtain power and signal equivalencies without exceeding the regulations in force. MIMO is an architecture and not a functionality.*

*Wavion uses MIMO architecture to develop beamforming in such a way that it works with any standard WiFi device. It is a development that offers the aforementioned advantages, it is totally compatible with any client and even more, does not limit the use of other type of AP in the AUI network.*

*The United States' Federal Communication Commission (FCC), with the purpose of encouraging the use of beamforming systems allows a standard transmission power, plus antenna gain, in the 2.4 Ghz band, beyond the 36dBm limit. Wavion technology takes advantage of this*

compatible con cualquier cliente, e incluso no limita a usar otro tipo de AP en la red de la AUI.

La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de EE.UU., con el objetivo de fomentar la utilización de los sistemas de beamforming, permite una potencia de transmisión estándar más una ganancia de antena, en la banda de 2.4Ghz, más allá del límite de 36dBm. La tecnología Wavion aprovecha las ventajas de esta nueva regulación, entregando 42dBm, que proveen 6dB adicionales de PIRE (Potencia isotrópica radiada efectiva).

Estas radio bases están ampliamente probadas y están homologados por la Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC) y se presentan como una excelente opción para aquellas aplicaciones confiables de Metro Wi-Fi.

### 3.2 Relevamiento e ingeniería

Luego de esta primera experiencia con doce localidades, se estableció un plan de trabajo para implementar el servicio, con mano de obra de la Universidad de La Punta, en las 72 localidades restantes de la provincia. Para ello, en una primera instancia fue necesario realizar un relevamiento de cada localidad y una ingeniería de la solución a implementar.

Para realizar el relevamiento se utilizaron medios cartográficos y se verificó en la zona, teniendo en cuenta las siguientes situaciones:

- Mapa manzanero de la localidad
- Obstáculos de la zona (edificios, arboledas, etc.)
- Estudio de ocupación del espectro
- Estudio para determinar altura deseable de las estaciones bases
- Cantidad de habitantes y ubicación geográfica de los mismos

*new regulation, delivering 42 dBm, which provide an extra 6 dB of PIRE (Radiated Effective Isotropic Power).*

*This radio bases have been widely tested and have been approved by the National Commission of Communication (CNC) and are an excellent option for those Metro WiFi reliable applications.*

#### 3.1.2 Survey and Engineering

*After this experience with twelve localities, a plan to implement the service in the remaining 72 localities was established, using the ULP manpower. For this, it was necessary to carry out a survey of each locality and the engineering of the solution.*

*To carry out the survey, cartographical methods were used and after verified in each zone, keeping in mind the following situations*

- *street map of the locality*
- *The area's obstacles (buildings, trees, etc.)*
- *Study of spectrum occupation*
- *Study to determine the desired height of the base stations*

- *Population and geographical location of inhabitants*

*During the survey measurements were made that established the areas to be illuminated (fig. 29)*

*After the detailed survey was carried out, it was the turn of engineering, determining*

- *Location of base stations*
- *Height of base stations*
- *Coverage map*
- *Necessary support for implementation*
- *Planning of frequencies for all station to be installed*
- *Interconnection points with Information Highway*
- *Backhaul Network, this is interconnection methods so that the radio base stations could reach the interconnection with the AUI*
- *IP directing assigned to each station*
- *Network services (DNS, DHCP, etc.) to be used by each station*
- *Necessary material for implementation*

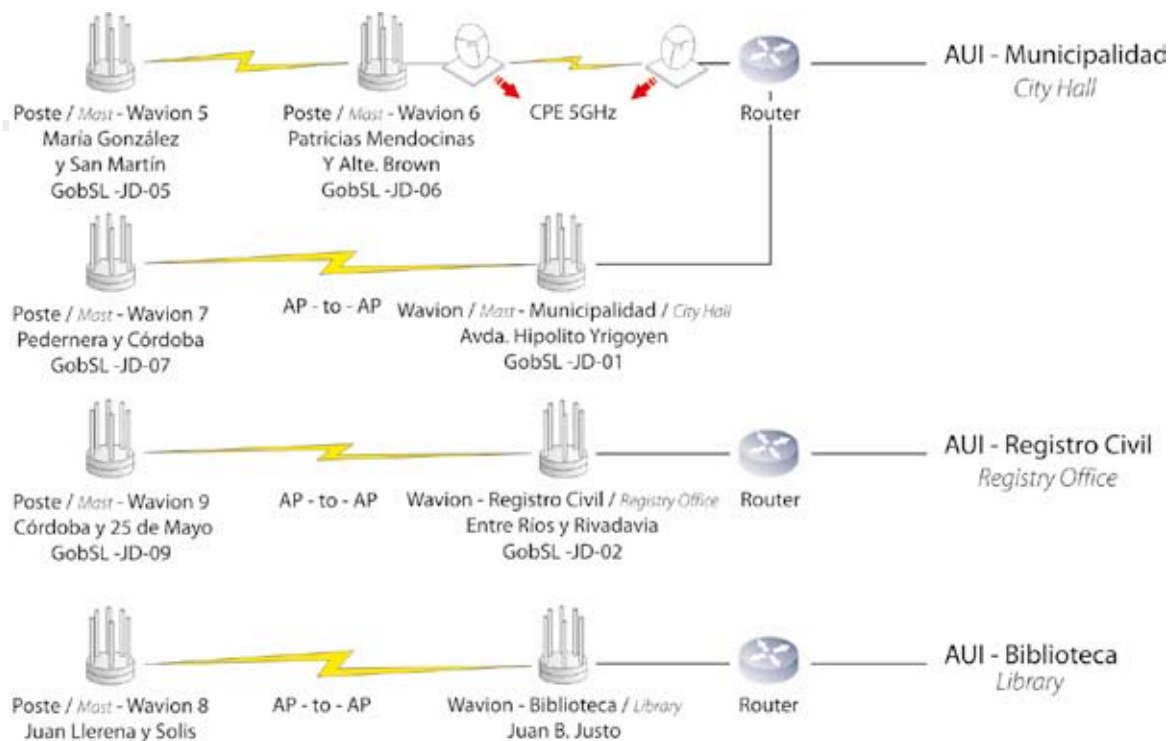
Durante el relevamiento se realizaron mediciones con el equipamiento apropiado que determinaron las áreas a iluminar (*ver figura 29*).

Luego de contar con el detallado relevamiento se efectuó la ingeniería de detalle, donde se determinó:

- Ubicación de las estaciones bases
- Altura de las estaciones bases
- Mapa de cobertura
- Soportes necesarios para la implementación
- Planeamiento de frecuencias para todas las estaciones a instalar
- Puntos de interconexión con la red de la Autopista de la Información
- Red de backhaul, es decir métodos de interconexión de las antenas bases para llegar a la interconexión con la AUI
- Direccionamientos IP asignados a cada estación
- Servicios de red (DNS, DHCP, etc) a utilizar por cada estación
- Materiales necesarios para la implementación

**Figura 29: Esquema de ubicación de antenas base en la ciudad de Justo Daract.** / *Figure 29: Diagram of location of radio base stations in the city of Justo Daract.*

58 |



La ocupación actual del espectro determina las condiciones en que el sistema de estaciones base Wavion puede operar. De los canales de la banda se evalúan dos parámetros: la ocupación relativa medida en porcentaje de actividad en un intervalo de tiempo, y el nivel de ruido de canal. Estos datos determinan el alcance y el ancho de banda disponible en cada estación.

En líneas generales, y en función de la experiencia obtenida, las alturas de las antenas se instalan en cada zona como mínimo a una altura igual o superior a los obstáculos circundantes para garantizar que se realice la propagación en condiciones de “línea de vista despejada” (ver figura 30). Este requisito condicionará tanto la altura de antena como la selección de los sitios que se elijan para la ubicación de las nuevas estaciones en la localidad.

Con estas premisas se elabora un planeamiento inicial que debe ser contrastado en campo con una adecuada selección de sitios que cumplan las condiciones del párrafo anterior y que posibiliten una instalación



*The current occupation of the spectrum determines the conditions in which the Wavion radio base stations can operate. Two parameters are evaluated for the band channels: the relative occupation measured as a percentage of activity during a time interval, and the level of noise of the channel. These measures determine the available reach and bandwidth at each station.*

*In general, and based in the experience gathered, the height of the antennas that were installed was at least the same or higher than the height of the surrounding obstacles in order to guarantee the propagation in “line of sight” conditions (fig. 30) This requisite will condition both the height of the antenna and the choice of locations where the new stations will be installed.*

*Using these guidelines an initial plan was drawn. It had to be contrasted on the field with an adequate selection of places that fulfilled the conditions mentioned in the previous paragraph and that allowed an installation in accordance to the norms of good engineering.*

**Figura 30: instalación de estación base en poste y en mástil. / Figure 30: Installation of RBS in pole and mast.**

de acuerdo a las normas de la buena ingeniería. Existen algunas zonas que no cuentan con puntos de presencia AUI, por lo que la conectividad de las estaciones que cubran estas áreas debe ser inalámbrica (backhaul).

Se implementó el backhaul inalámbrico con enlaces “punto-a-multipunto” (PMP) o “punto-a-punto” (PtP) en las bandas de 5.8 GHz o 5.4 GHz.

La conectividad inalámbrica convergiendo al punto AUI más cercano cumple las condiciones de “línea de vista despejada”. Además se han tenido en cuenta el ancho de banda del tráfico AUI que insumirá cada estación conectada.

**3.3 Implementación**

Una vez que se finalizó con el relevamiento y la provisión de los elementos y equipamientos a utilizar, se procedió a realizar la implementación de cada localidad para lograr la cobertura Wi-Fi y brindar el servicio de internet libre y gratuito a toda la comunidad. Para ello se respeta estrictamente la solución de ingeniería proyectada, y se instalan las estaciones base, los enlaces y la interconexión con la Autopista de la Información.

Se configura todo el sistema de acuerdo a lo planificado, incluyendo los servicios que serán brindados desde el Data Center de la AUI (ver figura 31).

*There are areas that did not have AUI points of presence, reason by which the connectivity of the stations that cover those areas had to be wireless (Backhaul).*

*Wireless backhaul with “point-to-multipoint” (PMP) or Point-to-Point (PtP) links was implemented, in the 5.8 GHz or 5.4 GHz bands.*

*Wireless connectivity converging to the nearest AUI point fulfills the “line of sight” conditions. Also, the bandwidth of AUI traffic that each station will consume was considered.*

**3.3 Implementation**

*Once the survey was finished and the necessary materials and equipment were acquired, the implementation began in each locality in order to have WiFi coverage and free internet service for the whole province. For this, the engineering solution was strictly respected and the base*

*stations, the links and the interconnection with the Information Highway were installed.*

*The system was configured according to plan, including the services that would be provided from the AUI’s Data Center (fig. 31).*

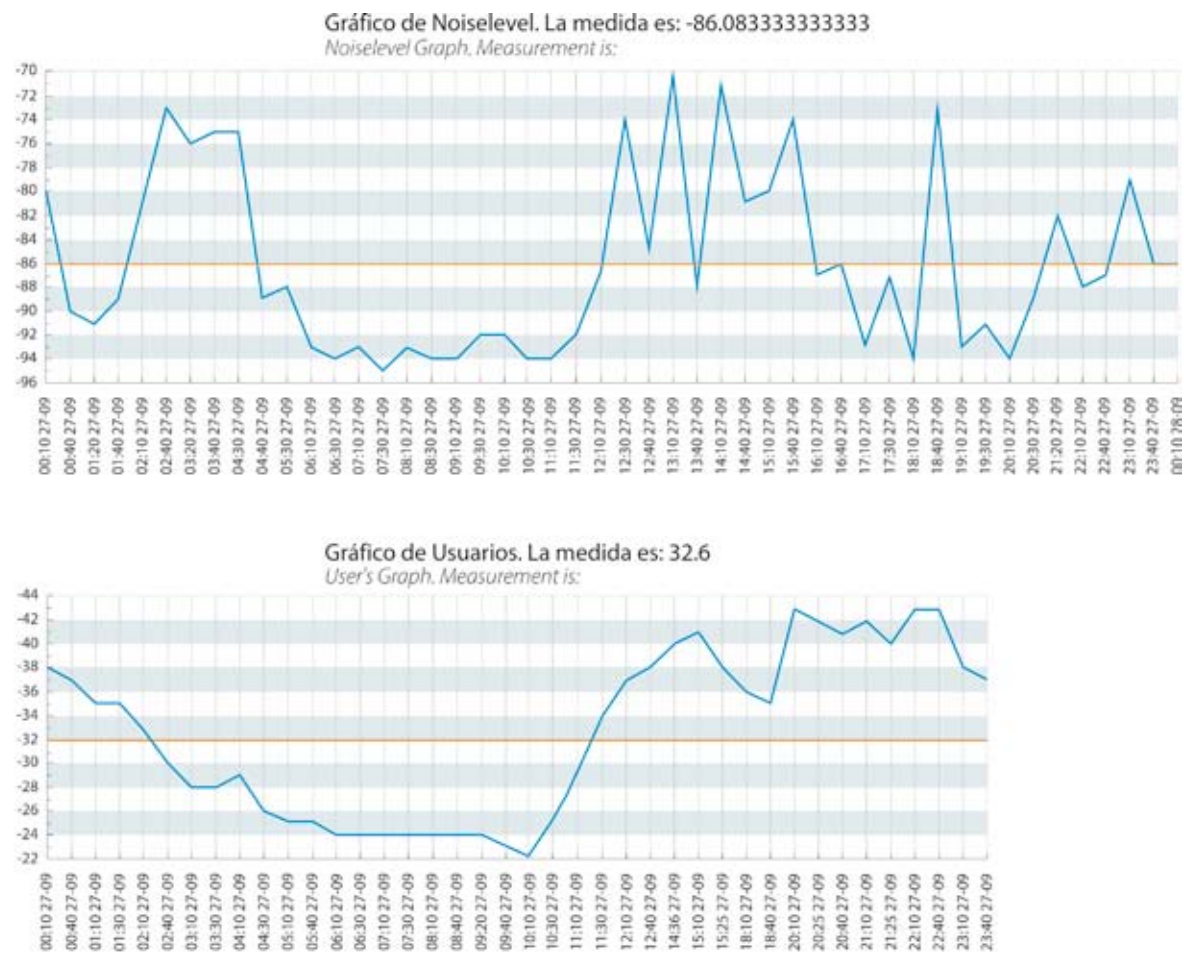
**3.4 Fine Tuning**

*Each station was analyzed individually, lowering the transmission power to the minimum so that the intra-system interference, created by other base stations, was not computed.*

*The coverage was measured in site, which allowed adjusting the planning, adding stations of reduced heights in order to achieve “micro cell” penetration, with reduced reach over the shadows of the initial coverage. This means that the channel assignation of each station is susceptible to analysis as new sites are added.*



Figura 31: esquema lógico de conexión de la solución Wi-Fi. / Figure 31: Logic diagram of the WiFi solution connection.



### 3.4 Ajuste Fino (Fine-Tuning)

Cada estación se analizó en forma individual, bajando la potencia de transmisión al mínimo de forma de no computar la interferencia intrasistema, generada por las otras estaciones bases.

La cobertura fue medida en sitio, lo que permitió ajustar el planeamiento agregando estaciones de alturas reducidas para lograr penetración del tipo “micro-celda”, con alcances reducidos sobre las sombras de la cobertura inicial. Esto significa que la asignación de canales de cada estación es susceptible de revisión en la medida que se agreguen nuevos sitios.

Las áreas de cobertura previstas se han contrastado con mediciones realizadas en “drive test” en diferentes sitios de cada una de las localidades. Para esto se ha utilizado software apropiado sobre un plano georeferenciado mostrando la intensidad de señal recibida y el ancho de banda transmitido.

Para los “drive test” se han tomado sitios representativos de diferentes zonas de las ciudades. Las mediciones se realizaron en área urbana céntrica y suburbana. La cobertura se probó directamente con la notebook enlazando a la estación base asociada.

La cobertura se probó en exterior y a nivel de suelo, por lo que se espera tener la misma performance dentro de los hogares, en los ambientes que lindan con el exterior. Se espera que las notebooks que operen cerca de una ventana reciban una buena señal en el rango de distancias hasta los 250 m de la estación. Las coberturas circulares previstas pueden tener formas diferentes en función de las obstrucciones alrededor de la estación. La separación entre las estaciones instaladas es tal que en las áreas a distancias mayores a los 400 m se solapan coberturas de estaciones adyacentes, por lo que pueden lograrse línea de vista despejada con uno u otro equipo.

*The foreseen coverage areas have been contrasted with “drive test” measurements, at different sites of each of the localities. To do so, appropriate software was used on a geo-referenced plan that showed the signal intensity that was received and the bandwidth transmitted.*

*For the “drive test” representative places of different zones of the cities were considered. The measurements were made in urban and suburban areas. The coverage was tested directly using the computer linked to the associated base station.*

*The coverage was tested outdoors and at ground level, reason by which the same performance is expected at homes, and in open environments. It was expected that notebooks that worked near a window would receive a good signal in a range of up to 250 m from the station.*

*The planned circular coverage may have different shapes depending on the obstructions surrounding the station. The separation among the installed stations is such that in areas that are at a distance larger than 400 m, adjacent stations coverage overlaps, and “line of sight” is obtained with one device or the other.*

*Elevated level coverage evaluations were performed, complementing the ground level ones, in order to adjust the coverage requirements if necessary.*

*In those cases where there are shadow areas, two strategies can be used:*

- 1. In the case there is a strategic interest building (school, library, public offices) that were left out of the coverage area, a CPE or a WiFi receptor antenna could be set up in the outside, and then perform the wired LAN access to the device.*

Se realizaron evaluaciones de cobertura a niveles elevados, complementarios a los de nivel de suelo, a fin de ajustar los requerimientos de cobertura según sus resultados.

Para los casos donde se encuentran zonas de sombra se puede apelar a dos estrategias:

1. En caso que hubiera un edificio de interés estratégico (escuela, biblioteca, repartición pública) que quedara fuera del área de cobertura se puede colocar un CPE o antena receptora de Wi-Fi en el exterior y realizar el acceso LAN cableado al mismo.
2. En caso de querer “iluminar” una zona sombreada se pueden colocar estaciones bases adicionales a alturas bajas, generando “microceldas” de coberturas muy acotadas. Las estaciones de la microcelda no tendrán línea de vista despejada hacia los dispositivos de cobertura general por tener alturas menores, por lo que no comprometen el planeamiento de frecuencias. Resultó aconsejable optar por esta solución en zonas alejadas del cen-

tro de la ciudad porque el efecto resultante será en general un aumento del ruido en la banda.

La opción por cualquiera de estas alternativas ha sido evaluada en cada caso particular. Para cualquiera de las dos soluciones es necesario tener en cuenta la previsión de usuarios simultáneos conectados. La cobertura es un problema de propagación radioeléctrica que está estrechamente asociado a los recursos del sistema, en particular el ancho de banda disponible para cada usuario.

En las zonas de “sombra” se realizó la instalación de estaciones en los postes de energía o de iluminación. La altura de los mismos es inferior a los 8 m sobre el nivel del terreno, por lo que el radio de cobertura de estas estaciones es más limitado que el observado en los dispositivos de sitios con interconexión a la AUI. Para esta cobertura de “microceldas” debe coordinarse el planeamiento de frecuencias con las estaciones más elevadas. Al tener menores alturas se espera que

2. If the case of illuminating a shadow area, additional radio base stations can be set up at low heights, creating microcells of very limited coverage. The microcell stations will not have “line of sight” in relation to the general coverage devices since they will be at a lower level, thus not compromising the frequency planning. This solution was advisable in areas that were far from the city center because the resulting effect in general will be an increase in band noise.

Opting for either of these alternatives has been evaluated for each particular case. For either one of the two solutions it is necessary to keep in mind the amount of users connected simultaneously. Coverage is a problem of radioelectrical propagation that is closely associated to the system's resources, particularly to the bandwidth available for each user.

In the shadow areas the installation of stations was done on power or lighting poles. Their height is inferior to 8 m above ground level, reason

by which the coverage radius of these stations is more limited than that observed on devices placed in site interconnected to the AUI.

For this microcell coverage, the planning of frequencies with the most elevated stations must be coordinated. Being at lower heights, they are expected to be less sensitive to the interference of spurious signals as well as those from more elevated stations.

The frequency plan's performance that was proposed and implemented is evaluated periodically, over time. The frequencies assigned to each station may be changed depending on the assignation of resources of the spectrum (frequency and bandwidth used) as more users connect to the system. In the same way, they may be modified if more intermediate stations are added. The behavior of the system is monitored and depending on the observed results adjustments are made to optimize the performance in terms of spectrum usage.

sean menos sensibles a la interferencia de señales espurias de terceros y también de las estaciones más altas.

El plan de frecuencias propuesto e implementado es evaluado periódicamente en cuanto a su performance, en el transcurso del tiempo. Las frecuencias asignadas a cada estación pueden cambiarse en función de la asignación de recursos del espectro (frecuencias y ancho de banda utilizado) a medida que más usuarios se conectan al sistema. Igualmente, puede modificarse si se agregaran nuevas estaciones intermedias. Se monitorea el comportamiento del sistema y en función de los resultados observados se hacen ajustes para optimizar la performance en términos de uso del espectro.

### 3.5 WI-MAX

A medida que se fue llevando conectividad Wi-Fi a las localidades, se fue observando un crecimiento importante en la cantidad de usuarios conectados a la red.

Adicionalmente se implementaron otras iniciativas del plan San Luis digital. Por ejemplo:

- La venta de computadoras a los empleados de la administración pública en cuotas, con la devolución del 50% de su valor en crédito fiscal.
- La venta de hardware de conexión hogareña, con una devolución del 100% de su valor en crédito fiscal.

Todas las iniciativas y los esfuerzos del Gobierno de la Provincia por la inclusión digital de la ciudadanía permitieron disminuir la brecha digital, en busca de lograr un desarrollo digital y la prosperidad de los habitantes de la provincia y su economía.

Esto trajo como resultado una masiva conexión de la población sanluiseña a la red Wi-Fi y por ende fue necesario establecer mejoras en las zonas de mayor demanda de usuarios.

Para cada caso en particular se estudiaron dos posibles soluciones:

1. Ampliación de antenas Wi-Fi para permitir descongestionar una antena con grandes cantidades de usuarios promedio.

### 3.5 WI-MAX

*As WiFi connectivity was being taken to the different locations, a significant increase in the amount of users connected to the network was observed. Other initiatives of the San Luis Digital plan were implemented. For instance:*

- *The sale of computers to the employees of the public administration in installments, with a refund of 50% of the value in fiscal credit.*
- *The sale of home-connection hardware, with a refund of 100% of its value in fiscal credit.*

*All the Government of the Province initiatives and effort to achieve the digital inclusion of the citizens allowed diminishing the digital gap, tending to achieve digital development and prosperity for the community and its economy.*

*This brought as a consequence that the population of San Luis connected massively to the WiFi network, and therefore it was necessary to improve service in those areas where the demand was the largest. For each particular case two possible solutions were evaluated:*

1. *Increase the number WiFi antennas to decongest antennas with a large average number of users.*
2. *Utilization, in the backhaul, of a technology that allows users to have broader bandwidth and improve the availability of the service.*

*Depending on the case, one of these solutions (or a combination of both) could be implemented. In regards to the second solution, after careful analysis it was decided to use pseudo WiMax technology that operates on non-licensed bands. The selected solution is a Point-to-Multipoint type that uses OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) technology, made by Alvarion.*



Figura 32: equipos Wi-Max utilizados. / Figure 32: WiMax Equipment used.

2. Utilización, en el backhaul, de una tecnología que permita mayor ancho de banda para los usuarios y mejorar la disponibilidad del servicio.

Según el caso se podía implementar alguna de ellas o la combinación de ambas. Para el punto 2, luego de un detallado análisis, se decidió la utilización de tecnología seudo Wi-Max que trabaja en bandas no licenciadas. La solución seleccionada es del tipo Punto – Multipunto, que utiliza tecnología OFDM por sus siglas en ingles de “Orthogonal frequency-division multiplexing” del fabricante Alvarion.

La solución consiste en un sistema de acceso basado en tecnología IP que soporta servicios inalámbricos de video, voz y datos. Implementa conexiones punto a multipunto en una arquitectura de conmutación de paquetes.

El sistema tiene una estructura celular, lo que permite el desarrollo de redes de distintos tamaños y fácilmente ampliables. Una mínima configuración unicelular, compuesta por una única unidad de acceso (AU-SA), puede dar servicio a varias antenas bases, con una módica demanda de ancho de banda, así

*The solution consists in an access system based in IP technology that supports wireless services of video, voice and data. It implements point-to-multipoint connections in an architecture of packet switching. The system has a cellular structure, which allows the development of networks of different sizes and easy expansion. A minimum unicellular configuration, made up by a unique unit of access (AU-SA) can provide service to several radio base stations, with a modest demand of bandwidth, as well as an Access Unit (AU-BST) can implement larger networks, with several cells capable of obtaining better coverage and broader bandwidth in densely populated areas, putting together up to 6 access units in one chassis.*

*The equipment that was used can be divided in AU (access units) and SU (subscribers) (fig. 32). The AU may have two different chassis units, one model contains several radio cells for rack mounting, which occupy three rack units (AU-BST), and the other has individual modules*

*of a sector (AU-SA).*

*Three versions of SU units were installed SU-3, SU-6 and SU-54, which differentiate from each other by the maximum throughput capacity they can reach. The SU support throughput upgrade, with an additional software license, provides flexibility to the implementations and the possibility to grow, depending on the users' demand, without the need of changing the installed hardware.*

*In regards to the antennas, several models exist that can connect to the system, and were used depending on the application (fig. 33).*

*The antennas are classified basically by their gain and main radiation angle, varying from omni-directional antennas that broadcast in 360° to unidirectional antennas with a radiation angle of 4.5°, passing through 30, 60, 90 and 120 degrees.*

como también una Unidad de Acceso (AU-BST) puede implementar redes mayores, con varias celdas capaces de obtener mejor cobertura y mayores anchos de banda en zonas densamente pobladas, integrando hasta seis unidades de acceso en un solo chasis. Los equipos utilizados se pueden subdividir en AU (access units) y SU (subscribers) (ver figura 32). A su vez, las AU tienen dos variantes en unidades de chasis, que contienen varias celdas de radio para montaje en rack, las cuales ocupan tres unidades de rack (AU-BST) o como módulos individuales de un sector (AU-SA).

Las unidades SU se instalaron en tres versiones SU-3, SU-6 y SU-54, las cuales se diferencian por la capacidad de throughput máximo que pueden alcanzar. Las unidades SU soportan upgrade de throughput por software, con una licencia adicional, sin necesidad de cambiar el hardware instalado, brindando flexibilidad en las implementaciones y posibilidad de escalar con la demanda de los usuarios sin reemplazo de hardware.

En relación a las antenas, existen disponibles varios modelos de antenas para acoplar al sistema y se utilizaron dependiendo de la aplicación (ver figura 33). Estas se clasifican básicamente por su ganancia y ángulo de radiación principal, pudiendo encontrar desde antenas omni-direccionales que emiten en 360°, hasta antenas uni-direccionales con un ángulo de radiación de 4,5°, pasando por secciones de 30, 60, 90 y 120 grados.

Esta solución, que se implementó para las zonas más densamente pobladas de usuarios de la red wi-fi, fue instalada en el backhaul y trabaja en modo TDD: Time Division Duplex e implementa modulaciones OFDM con corrección de errores FEC: Forward error correction. Opera en la banda de 5,4 GHz e incorpora control automático de potencia: ATPC y selección dinámica de la frecuencia: DFS, como lo estipula la norma UIT-R M.1652 para este tipo de equipamiento.

El OFDM es una técnica de modulación, que permite minimizar uno de los factores más determinantes en una transmisión radioeléctrica, la interferencia entre

*This solution that was implemented for the most densely populated zones of the WiFi network was installed in the backhaul and operates in TDD (Time Division Duplex) mode and implements OFDM modulations with forward error correction (FEC). It operates in the 5.4 GHz band and incorporates automatic power control (ATPC) and dynamic frequency selection (DFS) as stipulated by norm UIT-R M.1652 for this kind of equipment.*

*OFDM is a modulation technique, that allows to minimize one of the most determining factors in a radioelectrical transmission, the interference among symbols (ISI), that takes place in the reception due to the multiple paths of the radioelectrical emissions. It basically consists in distributing the information among multiple orthogonal carriers among themselves (the maximum of each one of them equals nil for the rest) that are simultaneously transmitted. This way, it is possible to transmit longer symbols that diminish the interference among symbols and at the same time more information is transmitted by using*

*several simultaneous carriers. These carriers allow four different modulations, with two speeds for each one of them: BPSK, QPSK, 16QAM and 64QAM.*

*The system implements adaptive modulation techniques, so to adapt the transmission speed to the link conditions, selecting automatically the most adequate at every instant. One of the main advantages of the implemented solution is the possibility of linking without direct vision (NLOS Non Line of Sight) or with partially obstructed vision (OLOS Obstructed Line of Sight). It is an important technological leap that some consider older than WiMax and that was possible to achieve due to the selected equipment.*

*The 5.4 GHz band can be used for indoor or outdoors local area networks, with a power equal or less than 1 W (P.I.R.E.). These systems must have power control techniques and dynamic frequency selection, in accordance to the specifications of recommendation UIT-R*

símbolos: ISI, que se produce en la recepción debido al multitrayecto de las emisiones radioeléctricas. Consiste básicamente en distribuir la información entre múltiples portadoras ortogonales entre sí (el máximo de cada una de ellas coincide con el nulo del resto) que se transmiten simultáneamente. De esta forma, se consigue transmitir símbolos más largos que disminuyen la interferencia entre símbolos (ISI) y a la vez se consigue transmitir más información al utilizar varias portadoras simultáneas. Estas portadoras permiten cuatro modulaciones distintas, con dos velocidades por cada una de ellas: BPSK, QPSK 16QAM y 64QAM.

El sistema implementa técnicas de modulación adaptativa, a fin de adaptar la velocidad de transmisión a las condiciones del enlace, seleccionando automáticamente la más adecuada en cada instante. Una de las principales ventajas de la solución implementada, es la posibilidad de realizar enlaces sin visión directa NLOS: Non Line Of Sight o con visión parcialmente obstruida OLOS: Obstructed Line Of Sight. Se trata de un salto tecnológico importante, que algunos consi-



**Antena OMNI - Direccional**  
**Ángulo de cobertura 360°**  
**Ganancia 6dBi**  
**Incluye 3m de cable RG-58**  
*Omnidirectional*  
*Radiation Pattern: 360°*  
*Gain 6dBi*  
*Includes 3m RG-58 cable*



**Antena Sector**  
**Ángulo de cobertura 60°**  
**Ganancia 16.5dBi**  
**Terminal conector "N"**  
*Sector Antenna*  
*Radiation Pattern: 60°*  
*Gain: 16.5dBi*  
*Terminal Connector "N"*



**Antena Sector OMNI - Direccional**  
**Cobertura 120°**  
**Ganancia 14dBi**  
**Terminal conector "N"**  
*Sector Omnidirectional Antenna*  
*Radiation Pattern: 120°*  
*Gain: 14dBi*  
*Terminal Connector "N"*



**Antena UNI - Direccional**  
**Ángulo de cobertura 4.5°**  
**Ganancia 28dBi**  
**Terminal conector "N"**  
*Unidirectional Antenna*  
*Radiation Pattern: 4.5°*  
*Gain: 28dBi*  
*Terminal Connector "N"*

**Figura 33: tipos de antenas utilizables con la tecnología Wi-Max. /**  
*Figure 33: Antennas that can be used with WiMax technology.*



deran previo a WI-MAX, y que fue posible lograr con los equipos seleccionados.

La banda 5.4 Ghz puede ser utilizada para redes de área local en el interior o exterior de recintos, con potencia inferior o igual a 1 W (P.I.R.E.). Estos sistemas deben disponer de técnicas de control de potencia y selección dinámica de frecuencia de acuerdo a las especificaciones de la recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso radioeléctricos, incluyendo RLAN en la banda de 5 GHz. Los equipos seleccionados e instalados cumplen con todas las recomendaciones antes descriptas, permitiendo una operación segura en cualquier entorno (ver figura 34).



*M.1652 in regards to radioelectrical access systems, including RLAN in the 5 GHz band. The selected and installed equipment fulfill all the aforementioned recommendations, allowing for safe operation in any environment (fig. 34).*

### 3.6 WiFi Management

*For the management and monitoring of the WiFi network, standard tools and tools provided by the manufacturers of the equipment used for the network were analyzed. All the tests indicated the impossibility of using a closed tool appropriate for the needs of the Universidad de la Punta that could provide online answer to those users that have inconveniences in the service.*

*Therefore a customized monitoring platform was implemented for the WiFi network of the Government of the Province.*

**Figura 34: instalación de tecnología Wi-Max como Backhaul de Wi-Fi. / Figure 34: Installation of WiMax Technology as WiFi backhaul.**



### 3.6 Gestión de la red Wi-Fi

Para realizar la gestión y monitoreo de la red Wi-Fi, se analizaron herramientas estándares y algunas otras provistas por los fabricantes de los equipos que conforman la red. Todas las pruebas realizadas indicaron la imposibilidad de usar una herramienta cerrada acorde a las necesidades de la Universidad de La Punta, que permita dar respuesta online a los usuarios que presentan algún inconveniente.

Por lo expresado anteriormente se decidió implementar una plataforma de monitoreo a medida, para la red Wi-Fi del Gobierno de la Provincia.

Para el diseño de esta plataforma se han tomado en cuenta diferentes factores tales como:

- Plataformas ya en uso por la ULP. En la medida de lo posible se utilizaron plataformas ya utilizadas por la Universidad, no sólo con el fin de minimizar costos, sino también para minimizar la necesidad de aprender nuevas herramientas.
- Las capacidades de los equipos a ser monitoreados.

*For the design of said platform different factors were taken into account, such as:*

- *Platforms that were already used by ULP. Platforms that were already used by the University were used as much as possible, not only to reduce costs, but also to minimize the need to learn new tools.*
- *The capacities of the equipment to be monitored*
- *The most frequent problems to be found in a network of these characteristics, in such a way that their identification and solution were as immediate and effective possible.*

*The use of a Whatsup platform was decided for the survey of the system, monitoring through it the appropriate operation of the network and the equipment, by means of ICMP (ping), performance graphs and graphic presentation. This allows having a quick view of the state of the antenna: operational or not operational, and the alarms to trigger the appropriate corrections.*

- Los problemas más frecuentes a ser encontrados en una red de esta naturaleza, de tal manera que su identificación y solución sean lo más inmediatas y efectivas posibles.

Se decidió la utilización de una plataforma Whatsup para el relevamiento del sistema, monitoreándose a través de la misma la operación adecuada de la red y de los equipos, a través de ICMP (ping), gráficos de performance y presentación grafica. Con esto se logra una visión rápida del estado de la antenna: operativo o no operativo y las alarmas necesarias para disparar los correctivos apropiados.

Se decidió utilizar SNMP para el monitoreo y configuración de los equipos que forman parte de la red wi-fi, permitiendo llegar a un nivel de detalle muy importante. Para ello, se programó en PHP y con base de datos SQL se realizó el almacenamiento de todos los parámetros de la red y se configuraron las alarmas ante eventos predefinidos. Esta herramienta permite realizar diagnósticos detallados de cada conexión de cada usuario de la red.

Para desarrollar esta herramienta de gestión fue necesario conocer los problemas más frecuentes que se presentan en una red Metro-Wi-Fi:

#### 1. Caída de algún equipo

La caída de equipos no es un problema específico para equipos de Metro Wi-Fi, sino que es factible en cualquier equipo electrónico, pudiendo ser causado por problemas de energía, problemas de hardware e incluso por problemas de software.

Típicamente estos problemas son identificados a través de la incapacidad del equipo de responder al sistema de gerenciamiento, quien periódicamente "pingea" al equipo para ver si este está "vivo" y accesible.

En el caso de Metro Wi-Fi, por estar los equipos distribuidos en diferentes ciudades, conectados a diferentes redes de energía, y especialmente por estar a la intemperie, no es poco habitual que algunos equipos dejen de operar por fallas momentáneas de energía, que se reseteen por picos en la energía o que se queme algún componente por efectos de descargas atmosféricas.

*For the monitoring and configuration of the equipment that conform the WiFi network it was decided to use SNMP, which allows reaching a very significant level of detail. For this purpose, programming in PHP, and with a SQL database all the parameters of the network were stored, and the alarms against pre-defined events were configured. This tool allows carrying out detailed diagnostics of each connection for each user of the network.*

*To develop this management tool it was necessary to know the most frequent problems that occur in a Metro WiFi network.*

#### 1. Equipment failure

*Equipment crash is not a specific problem for Metro WiFi equipment, but it is feasible in any piece of electronic equipment, for several reasons such as energy problems, hardware problems and even software problems.*

*Typically these problems are identified because the equipment is incapable of responding to the management system, which periodically "pings" the equipment to see if it is accessible and "alive".*

*In the case of Metro WiFi, since the equipment is distributed in different cities, connects to different power sources, and specially because of being in the open, it is not infrequent that pieces of equipment stop operating due to momentary energy failures, that they reset by peaks of energy, or that some components is burnt by some atmospheric discharge.*

#### 2. Link Failure or link performance loss

*Every radioelectrical link is exposed to being out of service, which could be caused by operation failure of some active component by mechanical causes: misaligned antennas, radioelectrical problems: new interferences o because of changes in the link conditions: new obstructions.*

## 2. Caída o desmejoramiento de algún enlace

Todo enlace radio-eléctrico está expuesto a salidas de servicio, que pueden ser causadas por falta de operación de algún componente activo, por causas mecánicas: desalinenamiento de antenas, por problemas radioeléctricos: nuevas interferencias o por cambio de condiciones de enlace: nuevas obstrucciones.

## 3. Saturación de equipos o de enlaces

Un problema a tener en cuenta en el mantenimiento de las redes Metro-Wi-Fi es el posible saturamiento de radiobases y/o enlaces. Debido a la inherente movilidad de los usuarios, es imposible planificar la red sabiendo exactamente cuántos usuarios se conectaran a cada access point, y el número de usuarios conectados en cada uno de los access points puede variar por infinitas razones, pudiéndose llegar a saturaciones en ellos y/o en los enlaces. Por este motivo es importante monitorear estos parámetros, continuamente, para ampliar enlaces o agregar access points antes de que los usuarios se vean afectados.

## 4. Calidad de conexión

En una red inalámbrica, la calidad de conexión de cada usuario puede variar de acuerdo a infinidad de razones. Puede deberse a la proximidad a la radio base, cantidad y tipo de obstáculos entre el usuario y la radio base, interferencias cerca de la radio base o cerca del usuario; o problemas más complejos, donde afecta la interacción de diferentes usuarios entre sí: problemas conocidos como hidden-station, y near-far, entre otros.

Evitar todos estos problemas es claramente imposible, y además es importante notar que el protocolo de acceso de la especificación 802.11 intenta lidiar y minimizar estos problemas. De todas formas, es importante contar con capacidad de monitoreo de algunos de los parámetros y contadores que se ven afectados por estas condiciones, para identificarlos y actuar apropiadamente.

## 3. Saturation of links

Another problem to keep in mind in the maintenance of Metro WiFi networks is the possible saturation of radio bases and/or links. Due to the inherent mobility of the users, it is impossible to plan the network knowing how many users will connect to each access point, and the number of user connected to each access point can vary for many reasons, thus causing saturation in the access point links. For this reason it is important to continuously observe these parameters, in order to enlarge links or add access points before the users are affected.

## 4. Connection Quality

In a wireless network, the connection quality of each user may vary for many reasons. The variation may be due to proximity to the radio base, quantity and type of obstacles between the user and the radio base, interferences near the radio base or near the user; or more complex problems, which affects the interaction of

different users among themselves: problems known as "hidden station" and "near-far" among others.

To avoid all these problems is clearly impossible, and it is important to remind that the access protocol of specification 802.11 tries to deal with and minimize these problems. However, it is important to have the monitoring capacity for some of the parameters and counters that are affected by these conditions, so they can be identified and dealt with.

Bear in mind, that since it is a shared access network, a user with bad reception and many retransmissions may consume a large amount of resources and spectrum, thus affecting disproportionately users with excellent connection.

Nótese, por ejemplo, que al ser una red de acceso compartido, un usuario con mala recepción y muchas retransmisiones, puede consumir una alta cantidad de recursos y espectro, afectando en forma desproporcional a usuarios con excelente conexión.

Todas estas características y algunas más fueron implementadas con la programación del sistema. El desarrollo del mismo se realizó, íntegramente, con mano de obra de la Universidad de La Punta y es utilizado por el 1er, 2do y 3er nivel de soporte de usuarios del Data Center (ver figura 35).

Además de esta herramienta interna para la administración de la red, fue necesario desarrollar una herramienta para los ciudadanos, que muestre el estado y ubicación de cada antena base. Para ello, se desarrolló una aplicación web que utiliza información georef

### 3.7 La red Wi-Fi en números

- 84 localidades con servicio Wi-Fi libre y gratuito para toda la comunidad
- 600 Mbps de tráfico a internet
- Más de 100.000 usuarios se conectan a la red Wi-Fi
- 478 antenas cubren las 84 localidades
- 5 nodos en cluster con tecnología Wi-Max reconfigurada (ver figura 36). Este desarrollo es posible verificarlo ingresando a la página: [www.monitoreowifi.aui.edu.ar](http://www.monitoreowifi.aui.edu.ar).

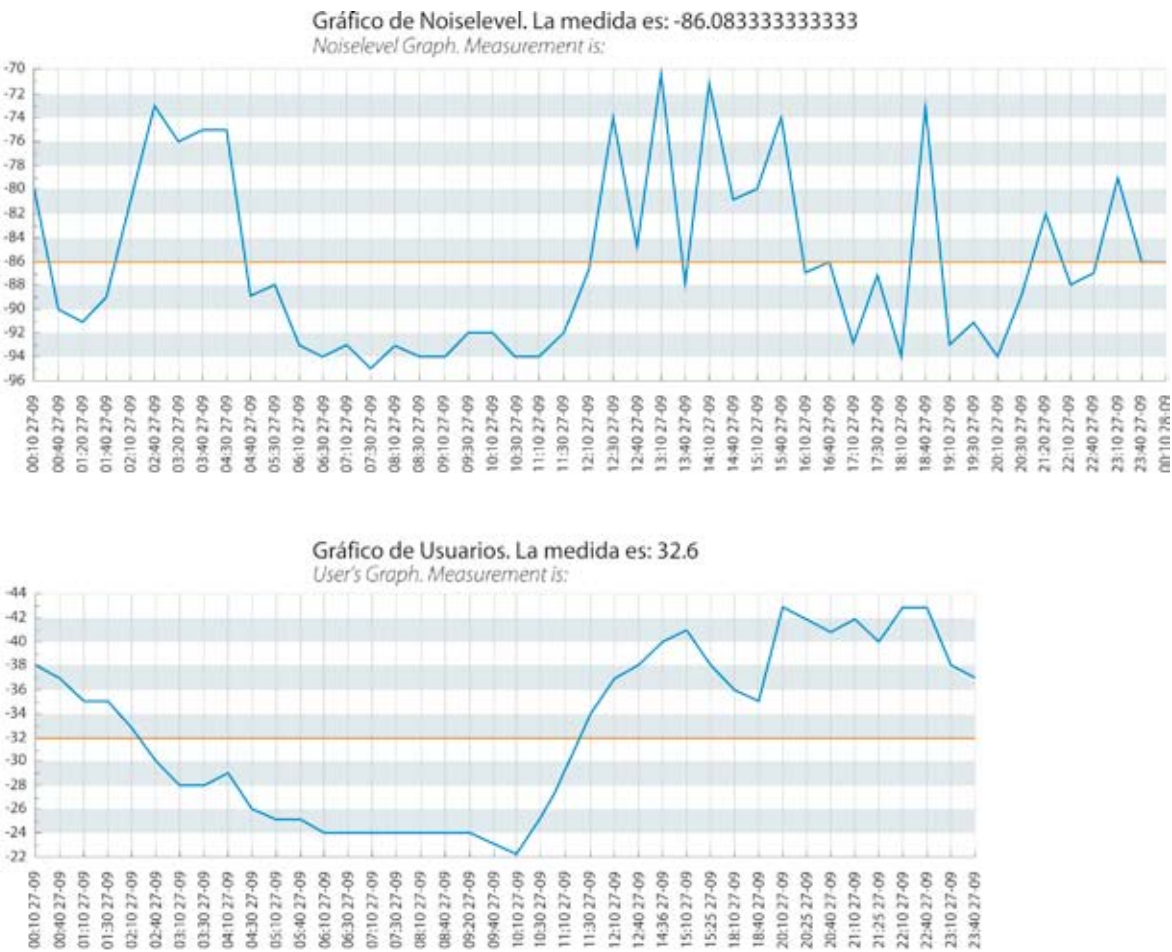
*All these features and some others were implemented during the programming of the system. The development was completely carried by Universidad de la Punta manpower and is used by the 1st, 2nd and 3rd support level of users of the Data Center (fig. 35)*

*Besides of an internal tool for the administration of the network, it was necessary to develop a tool for the citizens, that shows the status and location of each radio base station. For this, a web application was developed that uses geo-referenced information (fig. 36). It is possible to verify this development entering [www.monitoreowifi.aui.edu.ar](http://www.monitoreowifi.aui.edu.ar).*

### 3.7 The WiFi network in numbers

- 84 localities with free unrestricted WiFi service for all the community
- 600 Mbps of traffic to internet
- Over 100,000 users connect to the WiFi network
- 478 radio base stations cover the 84 localities
- 5 nodes set up in cluster with WiMax technology

Figura 35: vistas del sistema de monitoreo de la red Wi-Fi. / Figure 35: views of the WiFi network monitoring system.





Provincia de San Luis - Argentina, Jueves 11 de Febrero de 2010

Localidad

Barrio

Calle

Esquina

Antena

Limpia Formulario





← ↑ ↓ →

LOCALIDADES

WI-FI

conectividad inalámbrica

>> San Luis | Villa Mercedes | Merlo | La Punta | Juana Koslay





todos los chicos red

SAN LUIS  
GOBIERNO PROVINCIAL

AUTOPISTA  
EN LA INFORMACIÓN

LA PUNTA

Copyright 2008  
Localidades wifi de la Provincia de San Luis  
Todos los Derechos Reservados  
Términos y Uso y Privacidad



## Capítulo 3:

# Estrategias al futuro

La Autopista de la Información y la red Wi-Fi están bajo la dirección de la Universidad de La Punta, que entre sus tareas se encarga de la instalación y mantenimiento de la infraestructura tecnológica necesaria para asegurar la implementación de la agenda digital de San Luis.

Algunos objetivos que podemos enunciar son:

- Asegurar, mantener y actualizar la infraestructura necesaria para la ejecución de la agenda digital de la Provincia de San Luis
- Brindar servicios de excelencia
- Asegurar la elección de la mejor opción tecnológica disponible para las soluciones brindadas, en forma oportuna

En función de estos objetivos se trabajan en iniciativas para:

- Certificar todos los procesos bajos normas internacionales
- Tener un data center reconocido a nivel internacional por brindar servicios de excelencia

### Chapter 4:

#### Strategies towards the future

*The information highway and the WiFi network are under the direction of Universidad de la Punta, which among its tasks is in charge of the installation and maintenance of the required technological infrastructure to ensure the implementation of San Luis' digital agenda.*

*Some of the future objectives are:*

- *To ensure, maintain and update the necessary infrastructure for the completion of the Province of San Luis' digital agenda*
- *To provide excellence in service*
- *To ensure the timely election of the best available technological option for the provided solutions*

*Work is being done to fulfill these objectives*

- *To certify all the processes respecting international regulations*
- *To have a data center internationally renowned because of the excellence of its service*

## Hacia un data center Tier IV

Un data center no sólo es construcción, hardware, software y telecomunicaciones. La infraestructura física de un data center la componen una serie de subsistemas como el de climatización, el eléctrico, el sistema de protección contra incendios y otros.

Adicionalmente se deben tomar en cuenta otros aspectos como los recursos humanos y los procesos asociados que deben generar la capacidad de mantenerse en funcionamiento, aunque existan accidentes o desastres naturales.

El estándar para data center TIA-942 (Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers) indica cómo pueden clasificarse. El estándar habla de una clasificación según los grados de disponibilidad de un data center. Se clasifican por Tiers y están basados en información desarrollada por el Uptime Institute, un consorcio dedicado a proveer a sus miembros las mejores prácticas para mejorar la planificación y gerenciamiento de data centers. Existen cuatro Tiers: I, II, III y IV, y el estándar describe detalladamente las

recomendaciones para la infraestructura edilicia, de seguridad, eléctrica, mecánica y telecomunicaciones para cada uno de ellos. A mayor número de Tier mayor grado de disponibilidad.

La ULP analiza y planifica las acciones necesarias para tener un data center Tier IV: Un data center de este nivel provee capacidad para realizar cualquier actividad planeada sin interrupciones en el servicio. Pero, además, la funcionalidad es tolerante a fallas y le permite a la infraestructura continuar operando aún ante un evento crítico no planeado. Esto requiere, entre otras cosas, dos líneas de distribución simultáneamente activas, típicamente en una configuración System+System. Eléctricamente esto significa dos sistemas de UPS independientes, cada sistema con un nivel de redundancia N+1. La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es de 90%. Existe un nivel de exposición a fallas, por el inicio una alarma de incendio o porque una persona inicie un procedimiento de apagado de emergencia (EPO), los

### ***Towards a Tier IV Data Center***

*A data center is not just buildings, hardware, software and telecommunications. The physical infrastructure of a data center is composed by a series of subsystems, such as the air conditioning, the electrical system, fire alarms, among other. Human resources must be considered, as well as the processes that must generate the capacity to continue functioning, even if there are accidents or natural disasters.*

*The data center standard TIA-942 (Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers) show how data centers can be classified. The standard classifies according to the degree of availability of a data center. They are classified by Tiers, and this classification is based on information developed by the Uptime Institute, a consortium dedicated to provide their members with the best practice to improve the planning and management of data centers. There are 4 Tiers: I, II, III and IV, and the standard describes in detail the recommendations for*

*the building, security, electrical mechanical and telecommunication infrastructure for each Tier. The higher Tier number, the more availability the data center has.*

*ULP analyzes and plans the necessary actions to have a Tier IV data center: a data center of this level provides capacity to carry out any planned activity without interruptions in the service. But, also, functionality is tolerant to failures and allows the infrastructure to continue operating even in the face of an unexpected critical event. This requires, among other things two simultaneously active distribution lines, typically in a System+System configuration. Electrically this means two independent UPS systems, each system with a level of redundancy of N+1. The maximum load of the systems in critical situations is 90%. There is a level of exposure to failure, whether because the fire alarm starts out, or because a person initiates an emergency shut-*

cuales deben existir para cumplir con los códigos de seguridad contra incendios o eléctricos. La tasa de disponibilidad máxima del Data Center es 99.995% del tiempo.

De cara al futuro, la ULP, además busca:

- Ampliar la red Wi-Fi con la instalación de más antenas bases y con la instalación de tecnología WiMax en todas las localidades de la provincia
  - Mantener a la provincia de San Luis a la vanguardia de las nuevas tecnologías de la información
  - Tener una plataforma de telefonía inalámbrica que permita brindar servicio a toda la población de San Luis, a través de la Autopista de la Información y de la red Wi-Fi
  - Ampliar la infraestructura de red, logrando la conexión de todos los nodos principales con tecnología de fibra óptica
  - Implementar políticas de seguridad con la más avanzada tecnología disponible
- Implementar políticas de Green Computing con el fin de mayor eficiencia de los recursos computacionales, minimizando el impacto ambiental

*down procedure (EPO), which must exist to comply with the security codes against fires and/or electrical security. The maximum availability rate of the Data Center is 99.995% of the time.*

*Facing the future, ULP also seeks:*

- *To make the WiFi network broader, with the installation of more radio base stations and the installation of WiMax technology in every locality of the province.*
  - *To maintain the province of San Luis at the forefront of information technology innovation.*
  - *To have a wireless telephony platform that allows providing service to the entire population of San Luis, through the Information Highway and the WiFi network.*
- *To increase the network's infrastructure, achieving the connection of the main nodes using fiber optic technology.*
  - *To implement security policies using the most advanced available technology.*
  - *To implement policies of Green Computing, with the purpose of obtaining more efficiency from the information technology resources, minimizing the environmental impact.*

**AUTOPISTA**  
DE LA INFORMACION

LOCALIDADES  
**WI-FI**

### **La infraestructura digital de la provincia de San Luis Autopista de la Información, Data Center y Wi-Fi Gratuito**

La provincia de San Luis cuenta con una infraestructura tecnológica única en Sudamérica, que lleva conectividad a Internet a todas las localidades de la provincia con más de veinte habitantes. Se trata de la Autopista de la Información (AUI), la red de banda ancha del gobierno provincial, que sirve como plataforma para desarrollar la agenda digital sanluisense.

La Universidad de La Punta (ULP) es la institución encargada de dirigir la AUI y desarrollar las iniciativas de la agenda San Luis Digital, que tiene como objetivo incluir a los habitantes del territorio puntano en la Sociedad de la Información.

En las páginas de este libro se describen las características técnicas de la AUI y del Data Center, el cerebro de la autopista informática puntana, que está categorizado como world class (clase mundial). Asimismo, se rescata para el lector la iniciativa "Localidades Wi-Fi", con la cual el Gobierno de San Luis brinda conectividad inalámbrica gratuita a Internet, en todo el territorio provincial.

### **San Luis' Digital Infrastructure Information Highways, Data Center and Free Wi-Fi**

*The province of San Luis has a technological infrastructure unique in South America, which provides connectivity to Internet in every locality with more than twenty inhabitants. The Information Highways (AUI for its name in Spanish: Autopista de la Información) is the broad band provincial network that works as the platform to develop the digital agenda.*

*La Punta University (ULP) is the institution in charge of managing the Information Highways and developing San Luis Digital Agenda which objective is to include all the inhabitants into the Information Society.*

*In this book's pages, we describe the technical features of the AUI and the Data Center, the brain of the local information highways classified as world class. The reader will also find information on the initiative "Wi-Fi Localities" through which San Luis' government provides free wireless Internet connection throughout the entire provincial territory.*

[www.aui.edu.ar](http://www.aui.edu.ar)

