

Análisis y Diseño de una Red para brindar servicios de Internet y Datos en Banda Ancha, dirigido a clientes Corporativos ubicados en el sector de la Puntilla hasta el Kilómetro 5 de la Vía Samborondón, Provincia del Guayas

Diego Zamora¹, Maribel León², MSc. Edison del Rosario³
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863 Guayaquil-Ecuador
mdeleon@espol.edu.ec, diarzamo@espol.edu.ec, edelros@espol.edu.ec

Resumen

Los ISP's (Internet Service Provider) son empresas dedicadas a brindar servicios que permitan a los usuarios finales acceder, usar o participar en la red global que es el internet. Como toda empresa, los ISP's siempre están en busca de obtener más clientes y aumentar sus ingresos; por lo que consideran aumentar su cobertura para poder captar una mayor cantidad de clientes.

Este documento presenta el análisis y diseño de una red de fibra óptica punto a punto con arquitectura distribuida, para que de esta forma un ISP que posee una red que opera en la ciudad de Guayaquil, pueda ampliar su zona de cobertura hacia el sector de la Puntilla de la vía a Samborondón. Para esto se realizó un análisis con una cantidad estimada de 98 posibles clientes identificados en la nueva zona de cobertura, basados en los servicios a brindar, siendo principalmente servicio de datos IP MPLS VPN, VPLS, CDN, Network Management e internet. Como resultado se obtuvo un estimado de la inversión inicial, los ingresos que se obtendrían y el ancho de banda necesario para cubrir la demanda de servicios.

El diseño de la red fue realizado con fibra óptica, debido a que presenta mayores ventajas en comparación con otros medios de transmisión como el cobre o radio.

El análisis realizado muestra que el diseño propuesto es rentable, con un gran margen de ganancias y una rápida recuperación de la inversión inicial. Estos factores permiten que la red sea atractiva para su implementación; y las ganancias puedan ser reinvertidas en un nuevo proyecto.

Palabras Claves: Fibra óptica, ISP, enlaces punto a punto, FTTH, Arquitectura distribuida.

Abstract

The ISPs (Internet Service Providers) are companies dedicated to provide services that enable end users to access, use or participate in the global network also known as the Internet. Like any other company, the ISPs are always pursuing more customers and incomes; so they always consider to wide their coverage in order to incorporate a larger number of customers.

This document presents the analysis and design of a point to point fiber optic network with distributed architecture, so an ISP with coverage in the city of Guayaquil could expand to the sector of "La Puntilla" in Samborondon. In consequence, an analysis was performed for an estimated of 98 customers in the new area of coverage, as well as the services to be provided, being mainly services like MPLS IP VPN data, VPLS, CDN, Network Management and Internet. As result, there is an estimated of the initial investment, revenues as well as bandwidth required to satisfy the demand for services.

The network design is based on fiber optics, because it shows major advantages compared to other transmission media such as copper or radio.

The analysis shows that the proposed design is profitable, with a good profit margin and rapid recovery of the initial investment. These parameters implies that the project is attractive for its implementation; and profits can be re-invested in a new project.

Keywords: Optical fiber, ISP, point to point links, FTTH, distributed architecture.

1. Introducción

Las redes de acceso constituyen el último nivel funcional dentro de una red de telecomunicaciones, y en este se engloban los elementos necesarios para conectar la red principal del ISP con el cliente final, esta a su vez subdividirse en redes de distribución y redes de última milla.

Con el pasar de los años los estándares y tecnologías van evolucionando, para permitir que las redes puedan brindar velocidades de transmisión cada vez más altas, así como una mayor seguridad y confiabilidad en la transferencia de información para el usuario final [1].

2. Definición General

2.1. Situación actual de la Empresa A

La empresa A es un ISP cuyo enfoque está centrado en clientes de nivel corporativo. Actualmente la empresa A, posee una red de cobertura en la ciudad de Guayaquil, pero tiene interés en ampliar su cobertura de red para poder dar servicio a clientes ubicados en el sector de La Puntilla hasta el Km 5 de la vía Samborondón, Provincia del Guayas.

La red que la empresa A dispone en la ciudad de Guayaquil cuenta con varios nodos interconectados entre sí y distribuidos estratégicamente para cubrir y dar servicio a una gran cantidad de clientes en la ciudad de Guayaquil. Entre esos nodos se encuentra un Nodo ubicado en el cerro del Carmen, el cual es el nodo más cercano hacia el sector en estudio, lo cual implica un menor uso de fibra óptica para el enlace de backbone de transporte con el nodo en la vía Samborondón, adicionalmente permite tener línea de vista para un radio enlace punto a punto con el nodo.

Al ampliar su cobertura hacia el sector indicado, la empresa A puede crecer y captar una mayor cantidad de clientes comerciales; lo que incurriría en un mayor número de ventas e ingresos, lo que le permitiría a su vez ser una empresa de mayor rentabilidad.

2.2. Justificación de la zona seleccionada para la ampliación de cobertura

En este sector de la vía Samborondón existe una gran concentración de clientes corporativos y comerciales, incluyendo varios centros comerciales y entidades bancarias. Además de que este sector se caracteriza por su constante crecimiento con la construcción acelerada de cada vez más edificios comerciales, lo que conlleva a que varias empresas con sede en otras regiones del país se muden o coloquen sucursales en este sector.

Esta situación convierte a la vía Samborondón en un sector de alta demanda de servicios y competitiva para las empresas de telecomunicaciones, que tienen como objetivo atender a esta rama de clientes.

2.3. Descripción del proyecto

2.3.1. Objetivo Principal. Analizar y diseñar una red de acceso para poder brindar servicios de internet y datos en banda ancha, a través de enlaces de fibra óptica dedicados; dirigido a clientes corporativos en el sector de La Puntilla hasta el Km 5 de la vía Samborondón, provincia del Guayas.

Se incluye un enlace de transporte, que sea escalable y capaz de soportar todo el tráfico de información demandado por los clientes.

2.3.2. Objetivos específicos. Analizar y diseñar una red de acceso, para establecer el enlace entre los clientes y el Nodo de servicio. Realizando el respectivo trazado de la trayectoria del tendido y la ubicación estratégica de las mangas de empalme para la derivación de las acometidas; de tal forma que esto incurra a maximizar la cobertura o incrementar los clientes a futuro para la Empresa A.

Analizar y diseñar un enlace de backbone con fibra óptica, desde un Nodo existente en el cerro del Carmen perteneciente a la empresa A, hasta un nuevo nodo a instalar en el edificio Río Plaza ubicado en el kilómetro 1,5 de la Vía Samborondón. Tomando en cuenta la trayectoria a seguir y se analiza si el tendido se realiza tramos aéreo y/o canalizado. Este enlace será capaz de soportar el tráfico masivo de información que se pueda generar cada cliente.

2.4. Alcance

Para poder alcanzar el objetivo planteado se propone ubicar un nuevo Nodo en el sector de la Puntilla de la vía Samborondón donde exista factibilidad técnica, para luego establecer un enlace con el Nodo más cercano, en la red que actualmente dispone en la ciudad de Guayaquil.

Este proyecto plantea usar fibra óptica para el enlace de Backbone y para el diseño de la red de distribución; para que de esta manera poder contar con una red de mayor velocidad y escalabilidad para el enlace hacia el cliente y desde el Nodo hacia el resto de la red; tomando en consideración que la demanda de ancho de banda requerido por los clientes puede ampliar en el tiempo la cantidad de clientes en el sector en estudio.

La topología de red de acceso que se seleccionó para este proyecto es la de tipo árbol, la cual está compuesta por un cable principal, que luego se va ramificando a través de mangas de empalme para la distribución de las acometidas hacia los clientes, estableciendo enlaces dedicados punto a punto. La topología de tipo árbol facilita las ampliaciones en las redes mediante la ubicación estratégica de las mangas de empalme y la distribución de hilos de la fibra [3].

2.5. Limitaciones

De acuerdo a una ordenanza del municipio de

Samborondón; toda red de telecomunicaciones o eléctrica cuya trayectoria pase a través de la vía principal de la puntilla, debe ser realizada de forma subterránea. Por tal motivo, el diseño de la red de distribución debe ser realizado de forma soterrada [3].

La etapa de ejecución en el diseño que se expondrá en este proyecto, depende de los tiempos de autorización, por parte de entidades regulatorias y municipales. Por ejemplo: para los tramos de tendido aéreo se debe pedir permiso para uso de postes a la Unidad de negocios CNEL EP; si se requiere un tramo canalizado, se debe solicitar la debida autorización a la fundación siglo XXI en el caso de la ciudad de Guayaquil, quienes administran el asunto por regeneración urbana y administración de cámaras de video vigilancia. El tiempo de gestión de estos permisos es variable, lo que generaría demoras en los tiempos de ejecución de las instalaciones [4].

Para este proyecto se ha considerado como límite de cobertura 5 Km desde el Nodo. Esta delimitación de cobertura facilita la administración de la red, permitiendo tener un mayor control sobre los eventos emergentes que se puedan presentar, tales como cortes de fibra, atenuaciones o pérdidas de potencia en los enlaces. No obstante los clientes proyectados para este proyecto se encuentran concentrados en un sector de un radio de 2 Km alrededor del Nodo, por lo que el diseño de la red de acceso cumple con lo requerido para éste grupo de clientes.

2.6. ARPU

En base a los precios de los servicios a ofrecer y al análisis de los ingresos proyectados durante los 5 primeros años de este proyecto se obtuvo un valor de ARPU mensual estimado en \$214.75 para el servicio de datos y un valor de \$219.61 para el servicio de internet.

3. DISEÑO DE LA RED

3.1. Determinación del área geográfica de cobertura

El diseño de la red tiene como objetivo brindar servicios a clientes corporativos ubicados en el sector de La Puntilla hasta el kilómetro 5 de la vía Samborondón, provincia del Guayas.



Figura 1. Cobertura de Clientes

3.2. Diseño del enlace de backbone

Usando el estimado de clientes potenciales planteada en el punto anterior, y basándonos en los servicios a ofrecer considerados en nuestra red; el ancho de banda troncal tendría un valor mínimo de 830 Mbps.

Tabla 1 Ancho de Banda para Internet

Planes	Número de Puertos	Kbps por unidad	Kbps Total
Plan 512 Kbps	0	512	0
Plan 1 Mbps	3	1024	3,072
Plan 2 Mbps	48	2048	98,304
Plan 10 Mbps	10	10240	102,400
Plan 20 Mbps	8	20480	163,840
Plan 30 Mbps	3	30720	92,160
Plan 50 Mbps	3	51200	153,600
Plan 100 Mbps (ISP's)	1	102400	102,400
Total			715,776

Tabla 2 Ancho de Banda para Datos

Planes	Número de Puertos	Kbps por unidad	Kbps Total
Plan 512 Kbps	0	512	0
Plan 1 Mbps	21	1024	21,504
Plan 2 Mbps	15	2048	30,720
Plan 10 Mbps	8	10240	81,920
Total			134,144

3.3. Descripción de la trayectoria a seguir para el enlace de Backbone

Comenzando desde la salida del Nodo en el Cerro del Carmen, este tendido comprende un tramo canalizado, a través de la canalización perteneciente al Fideicomiso Mercantil Ductos Guayaquil, hasta una bajante ubicada en el poste P061867 perteneciente a la Unidad de Negocios Guayaquil CNEL EP; a partir de este punto, la trayectoria del cable continua de manera aérea por postes, hasta llegar a una bajante ubicada en el poste P061874, para luego continuar la trayectoria de manera canalizada, a través de ductos pertenecientes al Municipio de Guayaquil, hasta llegar a una bajante ubicada en el poste P016401 de la calle Morán Buitrón.

El recorrido continúa de manera aérea bajando el Cerro hasta llegar a la calle Pedro Menéndez. El tendido continúa por los postes de la calle Pedro Menéndez hasta llegar al puente de la Unidad Nacional.

Para cruzar el puente de la Unidad Nacional se debe realizar a través de tubería rígida adosada al puente. La tubería de telecomunicaciones presente actualmente en el puente es de propiedad exclusiva de cada operadora que lleva su red cruzando el puente, como es el caso de las operadoras Telconet y Claro. Ante lo anterior expuesto para cruzar el puente con nuestro tendido es

necesario alquilar la tubería de una de las mencionadas operadoras o bien instalar una tubería rígida propia.

La tubería de las operadoras desemboca en la canalización de la Vía principal de Samborondón, perteneciente al Fideicomiso Mercantil Ductos Samborondón; el tendido de nuestro enlace de Backbone continúa su recorrido hasta ingresar al Nodo en el edificio Río Plaza de forma canalizada.

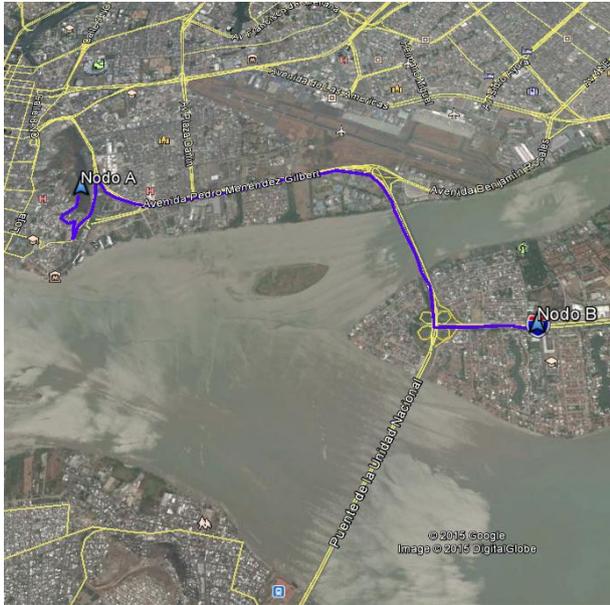


Figura 2. Trayectoria enlace de Backbone del Nodo A al Nodo B

3.4. Solicitud de permisos para los tendidos de cableado de telecomunicaciones en la ciudad de Guayaquil

Para poder realizar tendidos de cable en la ciudad de Guayaquil, se debe solicitar la debida autorización a las diferentes entidades que poseen o regulan la infraestructura necesaria para los tendidos, ya sea esta canalización para el tendido soterrado o postes para el tendido aéreo.

El permiso para tendido aéreo debe ser dirigido a la Unidad de Negocios Guayaquil CNEL EP. Una vez que se reciba la respuesta afirmativa por parte de la Empresa Eléctrica, se procede a realizar la actividad programada.

El permiso de instalación en sector regenerado debe estar dirigido al gerente de ARTIEXPOR S.A.; la cual es la empresa encargada de la fiscalización municipal para tendidos en ductería municipal. Una vez que se reciba la respuesta afirmativa por parte de ARTIEXPOR S.A., se procede a realizar la actividad programada, en compañía de un fiscalizador asignado por ARTIEXPOR S.A.

Previo al tendido del cable se debe alquilar un ducto al Fideicomiso, esto es si la empresa no pertenece al Fideicomiso. Una vez que se reciba la aprobación por parte del fideicomiso, se procede a realizar la actividad programada.

3.5. Ordenanza para el Diseño de la red de acceso

Para poder realizar el diseño de la red de acceso, en el sector que se tiene como objetivo, se debe tener presente lo estipulado en la ordenanza para regular y controlar el tendido y despliegue de redes y de infraestructuras para la prestación de servicios domiciliarios en el espacio público del cantón Samborondón, en vigencia desde el mes de Abril del 2011. A continuación se describen los puntos importantes para el diseño de nuestra red de acceso. Para revisar la ordenanza completa referirse al enlace [3] de la bibliografía.

3.6. Topología de la red de acceso

La red está conformada por un cable de 144 hilos que sale directamente desde el Nodo hacia una manga de tipo GCO2, de la cual se dejan 2 Buffers de 12 hilos para atender a los clientes del sector; y se derivan 2 cables de 72 hilos hacia las mangas C y E. Siendo 4 Buffers de 12 hilos hacia la manga C y 6 Buffers de 12 hilos hacia la manga E.

De la manga C, en la cual se dejan 2 Buffers de 12 hilos para atender a los clientes del sector, y se derivan 2 Buffers de 12 hilos hacia una fibra de 36 hilos que va a la manga D. De la manga E, se deja un Buffer de 12 hilos para atender a los clientes del sector, y se derivan dos fibras de 36 hilos, 2 Buffers de 12 hilos van para una Fibra de 36 hilos hacia la manga G, en la cual se reserva un Buffer de 12 hilos para atender a los clientes de la zona y a su vez se utiliza un Buffer de 12 hilos hacia una fibra de 12 hilos que va a la manga H. Hacia la segunda fibra de 36 hilos se derivaron 3 Buffers de 12 hilos, esta fibra se dirige hacia la manga B, de la cual se derivan 2 fibras de 12 hilos hacia las mangas A y F, utilizando un Buffer de 12 hilos cada una.

Con esta topología se cubre a todos los clientes dentro de un rango de 350 metros hacia la manga más cercana. Por tal motivo las mangas se ubicaron en sectores estratégicos de tal forma que el tendido de fibra de 12 hilos o menos no supere los 350 metros.

El tendido de fibra de 12 hilos menor no debe superar los 350 metros debido a que a distancias mayores se presentan atenuaciones y pérdidas de potencia.



Figura 3. Tendido de la fibra y ubicación de las mangas de empalme.

4. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL DISEÑO

Luego del estudio técnico es necesario considerar la factibilidad de realizar el proyecto al menor costo posible.

4.1. Resumen de Inversión

Para el respectivo pago a los proveedores se consideró un pago mensual iniciando desde el mes de Julio del 2016, la cual es la fecha estimada para la compra de materiales según el cronograma establecido; durante 12 meses, a una tasa de interés del 10% anual.

Bajo estas condiciones el valor de inversión del proyecto resulta ser de \$114,601.62.

4.2. Resumen de costos

Los valores de alquiler de ductos en la canalización perteneciente al fideicomiso, así como el alquiler de la tubería rígida que cruza el puente que une Guayaquil con Samborondón y el valor del alquiler del Nodo; no representan valores fijos al momento, debido a que dependen de un mutuo acuerdo entre la Empresa A y los dueños de la infraestructura. Por lo que el valor presentado para el análisis es un valor promedio.

De igual forma, los costos por fiscalización en sector regenerado así como los relevamientos necesarios para los permisos de tendidos aéreos, también son valores variables, ya que dependen de la hora y duración de la ejecución así como de la disponibilidad de estos entes reguladores. Por tal razón el valor considerado para el análisis, también es un valor promedio.

Los costos de instalación se financian mediante un solo pago al final de la instalación; y los costos por tasas municipales y de alquiler de postes se financian mediante un solo pago al final del año.

4.3. Balance general del proyecto

Cabe recalcar que la red de última milla no entra en análisis de este proyecto, debido a que esto implicaría un análisis más detallado de diseño y de costos. Por tal razón se considera que los ingresos obtenidos por instalación de los clientes son valores netos que cubren los respectivos costos por la última milla.

En base al análisis de ingresos vs costos del proyecto se puede determinar que el proyecto presenta ganancias a partir del segundo año de operación, mostrando un valor actual neto de \$ 271,829.57; lo cual indica que es un proyecto rentable.

5. Conclusiones

El diseño que hemos planteado logra cumplir con el objetivo principal de diseñar una red que sea capaz de ser utilizada para brindar servicios de internet y datos en banda ancha, a través de enlaces de fibra óptica dedicados (punto a punto); dirigido a clientes corporativos en el sector de La Puntilla de la vía Samborondón, hasta el Km 5, provincia del Guayas. Así como los objetivos específicos, con el diseño de la red del enlace troncal y la red de acceso.

El elevado VAN presentado en el capítulo 4, así como la rápida recuperación de la inversión inicial; representan la alta rentabilidad de este proyecto, haciéndolo atractivo para su implementación.

Al final de este proyecto, se puede concluir que a pesar de que se diseñó una red de tamaño pequeño, este diseño permitió desarrollar y analizar cada uno de los parámetros y consideraciones bases para el desarrollo de un proyecto profesional. Esto se debe a que en este proyecto se analizaron las etapas de desarrollo de los principales componentes de una red completa, como lo son el enlace troncal y la red de distribución.

Al escoger la arquitectura de red de fibra óptica punto a punto, se pudo cumplir con el objetivo de ofrecer un enlace dedicado, sin compartición para cada cliente proyectado dentro de la red de distribución, generando así un valor agregado para ofrecer a los clientes, a la hora de la venta de los servicios.

6. Recomendaciones

A la fecha de presentación de este proyecto, aún se encuentra en ejecución la canalización en la vía principal de la Puntilla en Samborondón, por parte del Fideicomiso ductos de Samborondón. Por tal razón se recomienda considerar los cambios que se puedan ejecutar en la canalización, debido a que el diseño de la red de acceso tiene planteado usar los ductos de esta canalización.

Ante la gestión de permisos con las diferentes entidades reguladoras, se recomienda realizarlas con la debida anticipación a la ejecución, debido a que estos trámites pueden tardar dependiendo de la disponibilidad de cada entidad reguladora; generando desfases de tiempo en el cronograma establecido para este proyecto.

7. Referencias

- [1] Christian Soto. (2010, Enero) Elaboración de un manual de procedimientos para la presentación de proyectos de Redes de Fibra Óptica. [Online]. Disponible en: HYPERLINK "http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1386"
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1386>
- [2] Juliá Samuel. (2015, Junio) Ventajas de la fibra óptica sobre el cable de cobre. [Online]. Disponible en: HYPERLINK "http://www.gadae.com/blog/ventajas-de-la-fibra-optica-sobre-el-cable-de-cobre/"
<http://www.gadae.com/blog/ventajas-de-la-fibra-optica-sobre-el-cable-de-cobre/>
- [3] Federico Raue, "Análisis, diseño e implementación de una solución técnica para

- ampliar la cobertura del BACKBONE de la ESPOl usando dispositivos inalámbricos," Guayaquil, 1979. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/95/1/107.pdf"
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/95/1/107.pdf>
- [4] Francisco Ramos. (2014, Octubre) Tecnologías inalámbricas y diseño de radioenlaces. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://www.radioenlaces.es/articulos/perdidas-en-obstaculos/"
<http://www.radioenlaces.es/articulos/perdidas-en-obstaculos/>
- [5] Freddy Javier Oviedo Ordóñez. (2011, Octubre) Red de Acceso con Fibra Óptica mediante tecnología FTTx. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis_t654ec.pdf"
http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/441/1/Tesis_t654ec.pdf
- [6] David Ortal Acosta. (2011, Abril) La Fibra óptica. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://fibraopticas.blogspot.com.ar/2011/04/tipos-de-redes-de-fibra.html"
<http://fibraopticas.blogspot.com.ar/2011/04/tipos-de-redes-de-fibra.html>
- [7] María Violeta Miranda Pozo, "Estudio y Diseño de la Red de Fibra Óptica mediante la técnica de Microzanjado para la empresa TELCONET en el centro de la ciudad de Ambato," Ambato, Abril 2010. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/133/1/t515e.pdf"
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/133/1/t515e.pdf>
- [8] Toni Martínez, "Radioenlaces microondas en banda licenciada ¿Por dónde empezar?," fecha de publicación Julio 2012. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://www.telequismo.com/2012/07/radioenlaces-microondas-en-banda.html"
- <http://www.telequismo.com/2012/07/radioenlaces-microondas-en-banda.html>
- [9] Aldo Martín, "Cobre ó Fibra Óptica, Un Enfoque de Capacidades y Limitaciones," fecha de consulta Junio 2015. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://perso.wanadoo.es/aldomartin1/cobre.htm"
<http://perso.wanadoo.es/aldomartin1/cobre.htm>
- [10] Miguel Antonio Looz Díaz and Ramiro Andrés Novoa Cox, "Diseño de una Red Óptica Pasiva de Acceso para una Urbanización Ubicada en la Vía Samboróndon," Guayaquil, 2010. [Online]. Disponible en: HYPERLINK
"http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/15949"
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/15949>