

Universidad Estatal a Distancia



**Centro de Investigación  
y Evaluación Institucional**

Vicerrectoría de Planificación



**Análisis de solicitud para el  
costeo de Laboratorios de la  
UNED necesarios para la  
apertura de nuevas Ingenierías.**

Investigadora

Ana Lorena Gamboa Arias

Centro de Investigación y Evaluación Institucional

Enero 2012

**Documento CIEI 006-2012**

Sede Central, Edificio A, 5to. Nivel  
Tel: 2527-2206, Fax: 2234-1704  
info.ciei@uned.ac.cr

Como en todo proyecto de planificación se requiere que se establezca de antemano una proyección de la situación contable del proyecto. Según Sapag, Nassir y Reinaldo en su libro Preparación y evaluación de proyectos, señalan que toda organización debe programar coordinar y controlar por medio de alguna instancia todo proyecto y que esta estructura organizativa no solo tiene relevancia en la adecuación de los objetivos previstos, sino además en las repercusiones económicas en las inversiones iniciales y los costos de operación del proyecto. Es por eso importante que para garantizar que los resultados de las evaluaciones se basen en proyecciones realistas, se deben de cuantificar todos los elementos que originen una estructura organizativa dada Sapag, N. y Sapag R., 2008).

En el marco de la diversificación de la oferta de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN), la UNED tiene en consideración la apertura de tres Ingenierías que son: Ingeniería en Telecomunicaciones, Ingeniería Sanitaria e Ingeniería Industrial, que como parte del Reglamento de Gestión Académica toda apertura de nuevas carreras deben de tener un estudio del Centro de Investigación y Evaluación Institucional para ver su viabilidad y factibilidad de apertura. Así es que conjuntamente con la Escuela se requiere que se realicen los estudios respectivos de pertinencia de apertura de estas carreras y el nivel de grado pertinente. Esto se evidencia que era del conocimiento de la ECEN ya que en el estudio preliminar que hiciera la Comisión de trabajo de esta escuela concluyen en su punto siete:

“Para las tres Ingenierías recomendadas en el punto cinco anterior se requiere de sondeos adicionales que demuestren la factibilidad financiera, administrativa y social de las carreras indicadas. Contemplando las condiciones de oferta y demanda del mercado nacional y regional, así como los recursos necesarios y disponibles para generar las gestiones académicas y administrativas de oferta de estas carreras en la UNED.” (ECEN, 2011)

Así se establece la necesidad de un estudio para la pertinencia de la apertura de cada una de las Ingenierías, como también un estudio de costos en el cual se puedan establecer los costos adicionales que implicarían el establecimiento de los laboratorios para estas Ingenierías. En el caso de los estudios para la pertinencia de la apertura de las tres Ingenierías, estos se realizan cada uno de forma separada y también conjuntamente entre CIEI y la ECEN.

En el Informe Final sobre el Seminario-Taller denominado El Ingeniero del Siglo XXI del Consejo Nacional De Rectores y el Colegio Federado De Ingenieros y Arquitectos realizado en julio 2011, se recomienda por medio del CONESUP a las Universidades que agilicen los procesos de apertura de nuevas carreras y actualización de las mismas en constante coordinación con el Colegio de Ingenieros sin descuidar la preocupación por la calidad académica.

## Contexto internacional

En muchos países desarrollados los costos universitarios por los diferentes cursos de pregrado en las son más elevados según la profesión elegida. En Canadá por ejemplo que es uno de los países donde estos costos se encuentran diferenciados. Según datos del gobierno de Canadá el costo más alto representó para el periodo 2010/2011 a Odontología, seguido de la carrera de Medicina, mientras que los Ingenieros están en los costos más cercanos a los costos promedio (cuadro 1).

## Cuadro 1

Promedio de costos universitarios para algunas disciplinas en Canadá

	2010/2011	Relación respecto al costo promedio
	Costo en dólares	
Educación	3859	0,74
Ingeniería	5881	1,12
Derecho	8697	1,66
Medicina	10244	1,95
Odontología	14701	2,80
Enfermería	4679	0,89
Farmacía	9250	1,76
Veterinaria	5611	1,07

Elaboración propia con datos del departamento de Estadística del Gobierno de Canadá.

Se ha escrito muy poco sobre instrucción en el uso de laboratorios en Ingeniería. Como ejemplo en encuestas de los artículos publicados en *The Journal of Engineering Education* de 1993 a 1997, se encontró que solo el 6.5 por ciento de lo escrito usa laboratorio como palabra clave y de 1998 al 2002 esta fracción bajó al 5.2% (Fiesel & Rosa, 2005)

A nivel internacional no se tiene disponibilidad de costos de laboratorios presenciales en universidades a distancia, como es el caso de UNED de España, que tiene en su oferta algunas ingenierías, pero como parte de su programa exige la presencia de los estudiantes en los laboratorios. La experiencia en UNED España, tiene calendarizados los laboratorios para febrero y junio posteriores a las fechas de exámenes. En esta Universidad la enseñanza de las Ingenierías ha llevado a realizar cambios, según señala el Director de la Escuela (Pedrero, 2012) y ahora se ha cambiado las Ingenierías para un nivel básico de Ingenierías en Tecnologías Industriales, es un ciclo general que viene a sustituir el primer

ciclo actual y no tiene atribuciones profesionales, por variación de reglamentación del Espacio Europeo de Educación Superior. Las especializaciones se pueden adquirir posteriormente en maestrías de cada Ingeniería. Sin embargo los que concluyen esta primera etapa de Ingeniería en Tecnologías Industriales tienen salida en el mercado laboral. Para el caso de UNED España les preocupa principalmente la baja tasa de alumnos presentados a examen con relación a los matriculados, esto por cuanto hay estudiantes que no han comprendido la cantidad de horas de estudio requeridas para el estudio de Ingeniería, que se pueden llegar a criterio de su Director a 60 horas semanales que representa un nivel de mucha exigencia sobre todo para personas que se encuentran laborando y algunos que no se han informado adecuadamente de la presencialidad obligatoria de los laboratorios.

## Contexto Nacional

A nivel nacional sobresalen en las carreras de Ingeniería en la Universidad de Costa Rica y en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, aunque existen muchas universidades privadas que también tienen varias Ingenierías. Solo para la Universidad de Costa Rica se reciben más de 2000 solicitudes de ingreso a esa facultad por año y solo logran ingresar cerca del 50%. En entrevista realizada a Ismael Mazón ex Decano de la Facultad de Ingeniería el 1 de diciembre de 2011 y posterior comunicación mediante correo electrónico, señala que la Universidad de Costa Rica tiene previsto también con los megaproyectos, la construcción de un total de 32000 metros cuadrados para Ingeniería, lo que llevará a un incremento en la admisión para las carreras de Ingeniería en la sede Rodrigo Facio. Se espera que la construcción inicie en el 2012. Existe mucho estudiante que queda fuera de la admisión y se espera poder incrementar la matrícula en todas las ingenierías para esa Universidad. En cuanto al nivel de deserción que poseen se señala entre un 30 y un 40%.

Con relación a los laboratorios, estos resultan ser más costosos conforme se avanza en la especialización de los equipos de acuerdo a diferentes Ingenierías, según consulta a varias universidades. Esto porque la cantidad de estudiantes que utilizan los laboratorios más avanzados es más reducida. Por ello que en el país el cobro de los laboratorios se incrementa de acuerdo a su especialización. Además tanto en Universidades públicas como privadas los laboratorios en Costa Rica son cobrados de manera separada.

### Laboratorios virtuales

Se están dando a nivel mundial muchos avances en la Educación virtual que facilitan los laboratorios virtuales para algunas ingenierías. Estos laboratorios móviles permiten que por medio de acceso a internet y con ayuda de varias páginas que se complementan entre sí, los estudiantes tengan acceso a un laboratorio remoto en donde se realizan prácticas y se graban los resultados enviándolos nuevamente a otra página de internet donde son evaluados por los profesores. Tal es el caso de la Universidad de Nueva Granada. “Según señalan Amaya y Ariza en su artículo de Ciencia e Ingeniería denominado Laboratorio remoto aplicado a la educación a distancia (Amaya, Ariza, 2008) en la Universidad de Patras en Grecia fue desarrollado un laboratorio remoto que permite el diseño y la prueba de circuitos eléctricos en tiempo real. En la universidad de León en España fue implementado un control de posición para el equipo Feedback MS-150 que permite la elección y configuración de distintas acciones de control. En el MIT fue desarrollado un laboratorio Web para estudios de microelectrónica que permite la caracterización de semiconductores. Estos laboratorios virtuales son muy costosos según se puede notar en los costos de laboratorios que promocionan las diferentes empresas que los ofrecen por medio de internet.

Existen varias empresas a nivel mundial que ofrecen laboratorios virtuales como es el caso de la empresas CB Panet, Element –K y Skillsoft, que tienen además a la disposición capacitación en computación, colecciones de libros impresos de fabricantes como IBM, Microsoft, CISCO, bibliotecas de referencia, clases virtuales

con expertos y simulaciones, Estas empresas ofrecen certificaciones de cursos virtuales que son buscadas en la actualidad por muchas empresas internacionales.

## Metodología

Para el caso específico de laboratorios presenciales para la UNED, se debe contemplar primeramente la pertinencia de la cantidad de laboratorios se deben de construir y si se dará una centralización de los mismos y cual es el criterio para construirlos. Posteriormente se debe de cotizar el equipamiento de los mismos por parte de algunas empresas y determinar si se tendrán laboratorios móviles en caso de que se decida adquirir este tipo de equipo para trasladarlo a las diferentes Sedes de la Universidad de acuerdo a su necesidad. Así, se puede establecer un criterio de si los costos contemplarán tanto los costos fijos de infraestructura como los del equipo. Se requiere establecer además de los costos al iniciar de cada uno de los nuevos programas, es decir los costos que implicaría la creación de los laboratorios requeridos para las nuevas ingenierías, los de su equipamiento, su mantenimiento y el costo de reposición del mismo. Con ello se permitiría establecer un escenario de diversos grupos de estudiantes para las materias que hacen uso de estos laboratorios especializados con el fin de establecer un diferencial entre el costo de materias que tienen el uso del laboratorio y las que no lo utilizan. Es importante tener en cuenta la vida útil del equipo por adquirir, especialmente en los equipos tecnológicos que tienden a tener una vida útil inferior.

En el caso de la Universidad Estatal a distancia se tiene presente que como entidad Pública realice algunos subsidios principalmente en costos fijos y de infraestructura. Para el caso del análisis de costo de un curso teórico se tiene que un costo aproximado por estudiante en el estudio de Rojas 2011, para los cursos de grado en UNED. En ese estudio se contemplan los costos de profesores, encargados de programa, libros, diseño de curso, producción de materiales, etc.

Estos costos son muy superiores a los que actualmente se cobran como aranceles a los estudiantes, sin embargo como universidad pública se tiene el apoyo del Estado para compensar estas diferencias. No por ello, se puede obviar la necesidad de la estimación del costo real de los cursos tanto teóricos, como es el caso del estudio de Rojas, como los cursos que requieren de laboratorio que necesitan recursos adicionales.

Para realizar un estudio de costos específicamente para laboratorios es importante suponer que los costos de producción de materiales, libros, personal docente y capacitación están contemplados en el curso teórico. Además los costos fijos de infraestructura en laboratorios se separan también por formar parte de la infraestructura de la universidad. Es decir que se mantendrán también dentro de los costos fijos de infraestructura que se conservan igualmente si los cursos fuesen teóricos. Así las cosas, existen muchos otros costos variables y otros factores que tomar en cuenta para un estudio de este tipo. Dentro de los más destacados podemos citar los costos y cantidad de equipo, el costo anual según su vida útil, el costo de reposición de los equipos, los seguros, los costos de mantenimiento de los laboratorios y los salarios y cargas sociales del personal a cargo de los laboratorios. Es importante que también exista en el proyecto una calendarización sobre las reinversiones necesarias que deberán hacerse en el futuro. Sin embargo, como en todo proyecto es importante un orden en cuanto a su viabilidad primero y qué es lo que se requeriría de equipo en primera instancia para poder realizar las estimaciones de costos.

### Limitaciones

La UNED cuenta actualmente con 21 laboratorios de cómputo y 7 laboratorios de Ciencias en todo el país, según información obtenida en la Jefatura de Servicios Generales. Se tienen las nuevas inversiones proyectadas para los próximos años para remodelar 6 de los laboratorios de ciencias básicas y crear otros nuevos para tener un total de 30 laboratorios de ciencias básicas. Además se pretende la creación de los nuevos laboratorios para las tres Ingenierías que se intentan



ofertar en los próximos años, Ingeniería en Telecomunicaciones, Ingeniería Sanitaria e Ingeniería Industrial.

Desde su inicio en la formulación de este proyecto de creación de nuevos laboratorios para las ingenierías contemplaba la creación de más laboratorios, cantidad que fue recortada en varias ocasiones según información en entrevista realizada a Laura Vargas el día 14 de octubre de 2011 de Servicios Generales. Después de varias reuniones con doña Laura y comunicación personal por medio de correo electrónico, Servicios Generales informa al CIEI que los laboratorios planteados quedaron a diciembre de 2011 establecidos preliminarmente en 13 con un costo aproximado de \$1147300 (cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Equipamiento de Laboratorios estimado por ECEN**

Ingenierías	Cantidad	Coto unitario	Costo por Ingeniería
Ingeniería Industrial	4	\$204000	816000
Ingeniería Sanitaria	4	\$38850	155400
Ingeniería en telecomunicaciones	5	\$49750	248750
<b>Total Equipo Especifico de Ingenierías</b>			<b>\$1 147 300</b>

**Fuente: Servicios Generales con datos de ECEN**

En detalle se puede mencionar que a partir del mes de octubre del 2011 comienzan las reuniones de los equipos del CIEI conjuntamente con el equipo de la ECEN. El equipo CIEI las programó que fuesen periódicas y se estuvieron grabando y sistematizando. Así en reunión del 13 de octubre se les solicitó información por medio de un cuestionario inicial sobre el tema de los laboratorios,

ya que leído el documento preliminar de la ECEN para las carreras no se especificaba el porqué de los costos propuestos o de la cantidad de laboratorios.

El cuestionario fue el siguiente::

1. ¿Cuáles son los parámetros que utilizaron para la escogencia de las sedes para los laboratorios?
2. ¿Cuál es el criterio técnico que determinó esa cantidad de laboratorios y el tipo de laboratorios?
3. Indicar el criterio técnico seguido al definir los materiales necesarios para cada laboratorio de acuerdo a cada ingeniería
4. En caso de falta de presupuesto u otro impedimento, ¿Cuáles de estos laboratorios se priorizan y por qué?
5. ¿Cuántos son los metros cuadrados para cada laboratorio? ¿Serían iguales en cada sede?
- 6 ¿Se utilizaría alguna planta física existente en alguno(s) de los casos?
- 7 ¿Se ha indagado sobre algún tipo de convenio para el caso de no construcción de algún laboratorio?
- 8 ¿Cuántos estudiantes podrán utilizar el laboratorio en un momento dado?

Al respecto el Ingeniero Figueroa es el único que responde como dos meses después en comunicación personal el 2 de diciembre.

Su respuesta se detalla a continuación:

*Se utilizaron los siguientes criterios para establecer los lugares donde establecer los laboratorios:*

- *En primer lugar y como principio filosófico, enfocarse al deber que tiene la UNED hacia el país, tal y como lo establece la misión y la visión de la UNED, y también tomando en cuenta el eje transversal de ambiente de la misma universidad.*
- *Donde actualmente haya infraestructura destinada para tales usos, terreno propio o cercano a ser propio.*
- *Dentro de los planes que ha desarrollado la Universidad, donde se podría apartar un espacio para el laboratorio.*
- *Ubicación estratégica con base a la demanda de estudiantes.*

*También es importante aclarar que los laboratorios de cómputo son un compromiso de la universidad hacia las sedes que no cuentan con los mismos y que hay demanda.*

*El equipamiento propuesto de los laboratorios se hizo siguiendo el modelo de los laboratorios de Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica, los cuales son de los más competentes que se pueden encontrar a nivel académico en el país y que plantean un modelo de relativa fácil aplicación. Es decir, cuentan con el equipo mínimo para impartir una instrucción a la altura de lo demandado por la carrera, a una escala que no requiere instalaciones sumamente complejas de construcción y cuyo equipamiento se puede conseguir a nivel nacional en su gran mayoría.*

*De igual manera, los materiales utilizados (reactivos, cristalería) corresponden a los usuales en un laboratorio de este tipo y son de acceso a nivel nacional.*

*Respecto a la red de monitoreo meteorológico, la variable climatológica es de suma importancia en los estudios relativos a recurso hídrico, considerando su balance, desde su producción (de agua potable y agua pluvial), a conservación de cuencas hidrográficas, por lo que es necesario que hayan datos de primera mano, disponibles para los docentes, estudiantes e instituciones públicas que lo soliciten. Es importante aclarar que el IMN y el ICE no tiene un barrido general de la situación hídrica de todo el país. Para efectos de cambio climático y calentamiento global es necesario tener información meteorológica para dar seguimiento a los cambios, en especial de temperatura.*

*Dadas las características del clima y meteorología, nunca se tiene demasiada información, en dos sentidos: En el espacial, desde el punto de vista de cobertura del territorio, entre más puntos de medición se tengan a disposición, más precisas serán las mediciones; temporal, disposición de series históricas, las cuales son necesarias para el diseño de las obras de ingeniería que contribuyan al desarrollo del país.*

*Nótese que la filosofía de los laboratorios y la red de monitoreo, no es que sólo den apoyo a los estudiantes de la carreras de ingeniería en aguas y saneamiento, sino que sirvan para apoyar el proceso docente y de investigación de otros programas impartidos por la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales y de la UNED en general, así como también para el desarrollo de proyectos del CONARE, donde intervienen el resto de las universidades públicas. De ahí que al considerar los costos por estudiante, se debería considerar no sólo a los estudiantes adscriptos a la carrera de Ingeniería en Aguas, sino de todos los que se hagan uso de estos equipos y de la información. Además, se debe considerar la posibilidad de realizar venta de servicios externos a*

*mediano plazo con el fin de darle sostenibilidad y mantenimiento a los equipos y a la carrera.” (Comunicación personal de Ing. Figueroa Dic. 2011)*

Plantea además el Ingeniero un tamaño aproximado de 271 metros cuadrados para los laboratorios que se consideren en los lugares de alta demanda continua. En los demás lugares, se propone ampliar los laboratorios existentes en las otras sedes para absorber la demanda de los estudiantes de la carrera. Señala que la capacidad física oscila entre 20 a 25 estudiantes.

Posterior a esta comunicación personal y siguiendo la solicitud de parte del CIEI para recibir las cotizaciones de las empresas sobre los costos de los equipos de laboratorio no es hasta el 26 de Enero del 2012 que se convoca a la Investigadora a una reunión en ECEN para señalarle que los costos de laboratorios fueron estimación realizada en la ECEN.

Es en este contexto que el estudio de costos de los laboratorios no pueden realizarse por cuanto los datos solicitados en reiteradas ocasiones sobre los equipos de laboratorio a la ECEN nunca fueron entregados y por lo tanto los datos estimados para el equipo específico de los laboratorios de Ingenierías son responsabilidad absoluta de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. Se debe aclarar este aspecto por cuanto no se puede al no tener los datos básicos de los costos de equipos, llevar a cabo el estudio de todos los otros costos implicados; los costos de reposición, de seguros y de mantenimiento de estos equipos, es decir todos los otros costos adicionales que parten de esa información básica.

## Discusión

Para realizar un estudio sobre el costo de los laboratorios de Ingenierías que desea ofertar la UNED en los próximos años, a saber: Ingeniería en Telecomunicaciones, Ingeniería Industrial e Ingeniería Sanitaria para algunos de los Centros universitarios y para el nuevo edificio I+D que se encuentra entre los

proyectos a desarrollar según la Oficina de Servicios Generales, se debe tener claridad de cual es el equipo que cada uno de estos laboratorios requiere y el costo básico, para adicionalmente poder hacer el análisis de los costos adicionales de mantenimiento, seguros y reposición del equipo, así como de los otros costos variables, personal a cargo de los laboratorios, etc. Dado que la Escuela de Ciencias Exactas realizó sus propias estimaciones sobre el costo del equipo, el Centro de Investigación y Evaluación Institucional no puede realizar el estudio de los costos de laboratorios de Ingeniería y estimar los posibles costos por estudiante según diversos escenarios.

## Referencias

Consejo Nacional De Rectores y Colegio Federado De Ingenieros y Arquitecto . *Informe Final Sobre El Seminario –Taller El Ingeniero Del Siglo XXI*, Julio, 2011, San José Costa Rica.

CBplanet t, *Información de la Empresa CBplanet* de <http://skillsoft.com/> el 11 de diciembre de 2011

Departamento de Estadística, Gobierno de Canadá. “*University Tuition Fees*” Estadísticas del 16 de setiembre de 2010. Tomado de <http://www.statcan.gc.ca/daily-quotidien/100916/t100916a3-eng.htm> el 30 de Enero de 2012.

LYLE D. FEISEL State University of New York at Binghamton, ALBERT J. ROSA University of Denver (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education <http://www.dcs-uhcl.net/anil/reference%5CThe%20role%20of%20laboratory%20in%20Undergraduate%20engineering%20education.pdf>

Pedrero, José (n.d.) Escuela de Ingeniería, UNED España. Video de director obtenido el 23 de Enero de 2012 de [http://portal.uned.es/portal/page?\\_pageid=93,24263394&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL&idContenido=10](http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,24263394&_dad=portal&_schema=PORTAL&idContenido=10) .

Sapag Nassir y Sapag Reinaldo. Preparación y Evaluación de proyectos. Quinta Edición. (2008). Editorial McGrawhill, Bogotá, Colombia

Skillsoft. *Información de la empresa Skillsoft* tomado de <http://skillsoft.com/> el 6 de diciembre 2011.

UNED. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. “Laboratorios Centrales y Centro científico-experimental de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales”, El Barro de Turrubares.