


**UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA  
 PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA  
 FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

**Nº DE RADICACIÓN:** \_\_\_\_\_

**INFORMACIÓN EJECUTORES**

**Ejecutor 1**

Nombre (s):	CARLOS ALBERTO	
Apellido (s):	PÁEZ SUÁREZ	
Código:	20141375061	
E-mail:	carlos.a.paez.s@gmail.com	
Teléfono fijo:	722 86 72	
Celular:	300 845 38 89	

**Ejecutor 2**

Nombre (s):	DANIEL	
Apellido (s):	REYES LIZCANO	
Código:	20132375402	
E-mail:	cmatdaniel@hotmail.com	
Teléfono fijo:	729 05 92	
Celular:	313 804 97 81	

**INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

Título del Proyecto:	Desarrollar una aplicación de software para uniones de transición de acueducto y alcantarillado de diámetros de 14in a 30in.	
Duración (estimada):	Seis meses	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x")	Innovación y Desarrollo Tecnológico	
	Prestación y Servicios Tecnológicos	x
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:	Proyectos Científicos y Comunitarios	
Línea de Investigación de la Facultad*:	Desarrollo tecnológico local e institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	Diseño en ingeniería mecánica	
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:		

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Director: (Vo. Bo.)	Ing. CARLOS ARTURO BOHORQUEZ AVILA
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	Ing. CARLOS ARTURO BOHORQUEZ AVILA

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
0. INTRODUCCIÓN	4
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.1 ESTADO DEL ARTE	7
1.2 JUSTIFICACION	14
2. OBJETIVOS	15
2.1.OBJETIVO GENERAL	15
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. MARCO TEÓRICO	16
3.1 SOFTWARE PARA DESARROLLAR LA APLICACIÓN	16
3.1.1 VISUAL BASIC	16
3.1.2 LAPVIEW	17
3.1.3 SOFTWARE NX	18
3.2 UNIONES DE TUBERIAS	19
3.2.1 UNIONES DE TRANSICIÓN	19
3.2.2 NORMAS PARA TUBERÍAS EN COLOMBIA	20
4. METODOLOGÍA	22
5. CRONOGRAMA	24
6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN	25
6.1 PRESUPUESTO	25
6.2 FUENTES DE FINANCIACIÓN	25
7. BIBLIOGRAFIA	26

## 0. INTRODUCCIÓN

En el progreso y el desarrollo de las ciudades es importante la cobertura y la calidad de sus servicios para toda la población. Más cuando se trata del agua potable, pues este recurso es vital para los seres humanos en el día a día. Es por ello que la industria debe mejorar sus procedimientos de diseño e instalación de redes de acueducto, logrando disminuir tiempos y costos en dichos procedimientos.

Para mejorar los procesos de instalación de redes de tuberías y su calidad, la industria ha creado diferentes tipos de uniones que cumplen una función trascendental en la eficiencia del servicio. Debido a esto, su diseño tiene que ser cuidadoso y detallado, pues debe ser versátil para unir tuberías de diferentes materiales y dimensiones. Esto significaría más demora en la etapa de diseño.

Es necesario entonces disminuir los tiempos de diseño de las uniones con el fin de no retrasar el proceso en general. La industria ha realizado diferentes métodos para ello, como estandarizar valores, dimensiones y materiales, los cuales igual toman tiempo mientras se revisan todos los datos de cada propiedad o condición de diseño. Debido a esto consideramos ideal la creación de una herramienta que reúna todas las variables en el proceso de cálculo, selección y modelamiento de dichas uniones.

Por medio de software y modelos matemáticos utilizados en el campo, crearemos una herramienta informática que nos brinde toda la información que se requiere para saber las características que debe tener una determinada unión de tuberías. La herramienta será elaborada para un determinado tipo de unión que comprenda diferentes dimensiones y materiales comerciales en las redes de tuberías.

Para hacer influyente esta herramienta en el campo y procurando solucionar en mayor parte el diseño de redes de acueductos y alcantarillado, el tipo de unión sobre la que se trabajara, es de las más usadas y útiles en el área y tendrá como variables las dimensiones y materiales más comunes.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria metalmecánica en Colombia presenta actualmente muchas brechas tecnológicas, principalmente en la ausencia de programas de modernización tecnológica y la limitada incorporación de la automatización para garantizar una mayor productividad<sup>1</sup>. Muchas de estas empresas metalmecánicas Colombianas, dedicadas a la fabricación de uniones para tuberías que transportan agua potable, no cuentan con aplicaciones de software programáticos para la ejecución de sus productos, ya que estos son calculados de manera manual, que aunque no estén mal calculados, si delimita el tiempo de ejecución del producto, ya que el tiempo que utilizan calculando estos diámetros y medidas de fabricación para sus productos según los requerimientos del cliente, podrían hacerse de una manera más rápida utilizando una aplicación que permita agilizar estos cálculos y así poner en ejecución la fabricación de este producto en el menor tiempo posible.

Es fundamental que para dar solución a esta problemática, partamos del hecho que no solo se piense en hacer una aplicación para determinar cálculos y diseños de las uniones de transición, sino que a su vez esta herramienta sea lo bastante fácil de programar para facilidad de los usuarios y así generar una satisfacción de la aplicación. Adicional a lo anteriormente mencionado es muy importante hacer una búsqueda exhaustiva sobre los diferentes software a los cuales podemos tener acceso a su licencia y de esta manera poder desarrollar la aplicación para las uniones de transición en diámetros superiores a 14 Pulgadas.

Cabe destacar que el desarrollo que tienen este tipo de uniones utilizadas para el transporte de agua potable se hacen de manera muy rudimentaria en nuestro país, con muy poca innovación en el diseño y en la obtención de sus respectivos cálculos; y es muy importante lograr este tipo de mejoras en las etapas iniciales del proceso, para que de esta manera la industria metalmecánica en Colombia dedicada a la fabricación de uniones de transición, pueda adecuarse a las nuevas exigencias de un mundo más competitivo.

---

<sup>1</sup> Ovalle M. Alex., Ocampo Olga L. & Acevedo María T. "IDENTIFICACION DE BRECHAS TECNOLOGICAS EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR METALMECANICO DE CALDAS, COLOMBIA". Manizales.: Universidad Autónoma de Manizales.

A nivel global es fundamental dar soluciones rápidas a los diferentes requerimientos que se desean en cuanto al diseño de accesorios para el transporte de agua potable ya que cada vez es mayor la demanda de agua potable en el mundo, según cifras la población mundial se triplicó en el siglo XX y por ende el consumo de agua potable ha incrementado hasta seis veces, se estima que en los próximos 50 años, la población crecerá entre un 40 y 50 %

más.<sup>2</sup> Por lo que se debe brindar más cobertura de agua potable a los millones de personas que no tienen acceso al preciado líquido, motivo por el cual según datos de la UNICEF, 1.4 millones de niños mueren cada año a causa de enfermedades relacionadas con el consumo de agua sucia, 4.000 muertes al día o un niño cada 20 segundos.<sup>3</sup>

En el contexto nacional Colombia no está exenta de esta problemática mundial ya que existen muchos municipios en el país que tampoco cuentan con una cobertura de agua potable, ya que esta cobertura se centra más en las áreas urbanas que en las zonas rurales; aunque en los últimos años se ha venido trabajando en esta situación toda vía resta un largo camino por recorrer antes de que todos los habitantes del territorio nacional tengan acceso al agua potable: según datos del DNP, en 708 municipios del país (65% de los municipios) , la cobertura no alcanza el 75% de la población.<sup>4</sup>

Finalmente, cabe mencionar que el proyecto está encaminado a mejorar el proceso de Diseño y cálculos para uniones de transición, que son utilizadas para el transporte de agua potable, mediante el desarrollo de una aplicación de software, generando así una importantísima herramienta para la generación de las

---

<sup>2</sup> 2050: Water supplies to dwindle in parts of the world, threatening food security and livelihoods

[en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2015 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.worldwatercouncil.org/es/noticias/noticias/article/2050-water-supplies-to-dwindle-in-parts-of-the-world-threatening-food-security-and-livelihoods/>>.

<sup>3</sup>Programa Conjunto OMS/UNICEF para el Monitoreo del Abastecimiento de Agua y Saneamiento [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2012 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp2012/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/es/)>.

<sup>4</sup> El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2015 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>>.

mismas y que sea de fácil acceso para sus usuarios en la industria metal mecánica y de esta manera lograr reducir los tiempos en el diseño.

## 1.1 ESTADO DEL ARTE

Para plantear la solución al problema anteriormente mencionado nosotros elegimos el uso de herramientas tecnológicas que aporten y faciliten el diseño y la elaboración de planos de las uniones de tuberías. Para la elección de dichas herramientas hemos acudido a la literatura para obtener información de la utilidad, practicidad y efectividad de los programas que tenemos postulados para usar como MATLAB, Visual Basic y/o Solid Works. Basados en los resultados de los proyectos que leamos se podrá tener una buena guía de que tanto nos aportaran estos software para desarrollar el aplicativo. Además tendremos unas guías de cómo ir ejecutando el proyecto y en algunos otros casos habrá información clara sobre otros métodos de diseño ya usados en la industria en cuanto al diseño de tuberías.

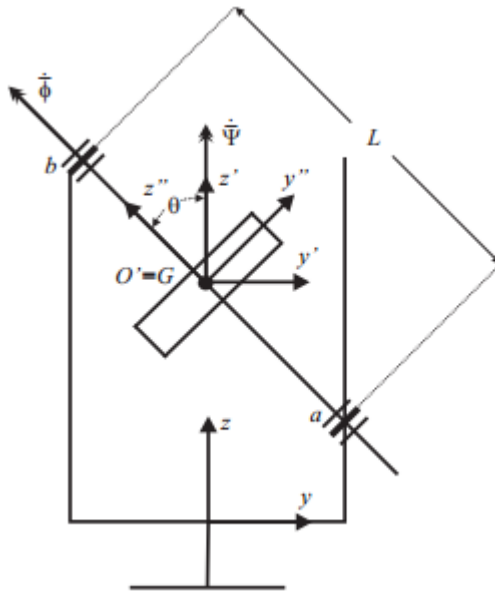
Básicamente los parámetros que usamos para la selección de antecedentes, es que; se observe en la vida real que tan útiles son, entender el funcionamiento y la forma en que se desarrollan aplicaciones en los software, tener en mente algunos métodos de cálculo y diseño de tubería que ya sean usados en el mercado por su eficiencia y además que nos sirvan como guías para la propia elaboración del proyecto.

El proyecto “Desarrollo y Aplicación de un Software en Matlab para la Transformación del Tensor de Inercia por Traslación y Rotación de Ejes<sup>5</sup>”. Que consiste en realizar por medio una programación en el software MATLAB la transformación de coordenadas del tensor de inercia (expresión matricial de Las ecuaciones de los momentos de inercia y los productos de inercia). Su utilidad se da en problemas donde la geometría del mismo requiera algún tipo de transformación, ya sea vectorial o tensorial. En el documento se muestra toda la programación de esta herramienta que busca hacer más eficiente el procedimiento

---

<sup>5</sup> José M. Ramírez. Desarrollo y Aplicación de un Software en Matlab para la Transformación del Tensor de Inercia por Traslación y Rotación de Ejes [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. [Fecha de consulta: 9 Mayo 2015]. Disponible en: < [http://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/images/carreras/mecanicadelsolido/promo\\_mr\\_ramirez.pdf](http://www.frbb.utn.edu.ar/frbb/images/carreras/mecanicadelsolido/promo_mr_ramirez.pdf) >.

de transformaciones del tensor de inercia. El texto presenta plantea un problema para solucionar con dicha herramienta con el fin de evaluar la veracidad de esta herramienta. El problema se presenta para un disco uniforme de masa ( $M$ ), diámetro ( $D$ ) y espesor ( $e$ ) con una que gira con velocidad angular  $\dot{\phi}$  con respecto a un marco que hace las veces de soporte, y a su vez éste gira con velocidad angular ( $\dot{\psi}$ ) entorno al eje vertical ( $Z$ ).



<b>Valor numérico</b>	
$D$ (mm)	0.150
$e$ (mm)	0.0020
$\theta$ (rad)	$\pi/4$
$\dot{\phi}$ (rad/seg)	60
$\dot{\psi}$ (rad/seg)	20
$M$ (Kg)	1
$L$ (mm)	600

Figura 1: Modelo aplicado en el proyecto

Tabla 1: Valores geométricos del modelo

En 2011 el proyecto “Diseño y Desarrollo de un Software para la Auto Capacitación de en la Detección Analítica de Fallas<sup>6</sup>” elaborado en Bucaramanga por la Universidad Pontificia de Bolívar creo un aplicativo didáctico multimedia que ayudara en el conocimiento de los usuarios con respecto a el análisis de Fallas. Éste fue creado para estudiantes de Ingeniería Mecánica de la UPB y su programación se desarrolló en el software Visual Basic 6.0. En el Proyecto proponen una herramienta interactiva pues posee imágenes, sonidos y animaciones. Es muy útil para los estudiantes del ciclo básico de Ingeniería Mecánica pues se realizó para el siguiente contenido:

<sup>6</sup> José M. Ramírez. 2011: Diseño y Desarrollo de un Software para la Auto Capacitación de en la Detección Analítica de Fallas  
 [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2011 [fecha de consulta: 9 Mayo 2015].  
 Disponible en:  
 <[http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1814/1/digital\\_21619.pdf](http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1814/1/digital_21619.pdf)>.



Tabla 2: Mapa de contenido del aplicativo

Los ingenieros Freddy Escobar, Anderson Caviedes y Oscar Enciso realizaron el proyecto denominado “Software para Interpretar Registros de Producción de Pozos y su Aplicación en Campos Petroleros<sup>7</sup>”. Éste consistía en crear una herramienta para interpretar Pruebas de Registros de Producción de pozos petroleros. El aplicativo de elaboro en Visual Basic.Net y se hizo basado en los datos de registro de un pozo, datos de producción, descripción de las herramientas usadas y parámetros del hidrocarburo y busca determinar la distribución vertical de los fluidos producidos o inyectados, por medio de la aplicación de un esquema de interpretación. El esquema lo crearon para brindar información como: datos de registro de producción o inyección a diferentes velocidades y en función de la profundidad del pozo, caudales a partir de flujo vertical con modelo Líquido-Gas o tasas de flujo. Además presenta al usuario las

<sup>7</sup> Freddy Humberto Escobar, Anderson Caviedes Ramírez y Oscar Leonardo Enciso. 2010: Software para Interpretar Registros de Producción de Pozos y su Aplicación en Campos Petroleros [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2010 [fecha de consulta: 10 Mayo 2015]. Disponible en: < <http://www.oilproduction.net/cms3/files/software-para-interpr.pdf>>.



propiedades PVT de forma sencilla y fácil de comprender debido a un entorno interactivo práctico.

Enrique Relea y Andrés Martínez elaboraron un documento en el que explican el uso de tres software de uso libre para el cálculo de estructuras y en el realizan una comparatoria de cuál de ellos es el mejor o es el más útil para la enseñanza a estudiantes de ingeniería civil y mecánica. El documento es de mucha utilidad para nosotros pues por medio de el conocimos tres software interactivos que solucionan problemas de ingeniería. No solo exponen la funcionalidad de los software sino que también nos explican cómo usar cada uno de ellos de la mejor manera posible. Usan un modelo y lo someten a análisis con los tres programas que son CalCestr, Rigid y Metalpla<sup>8</sup>.

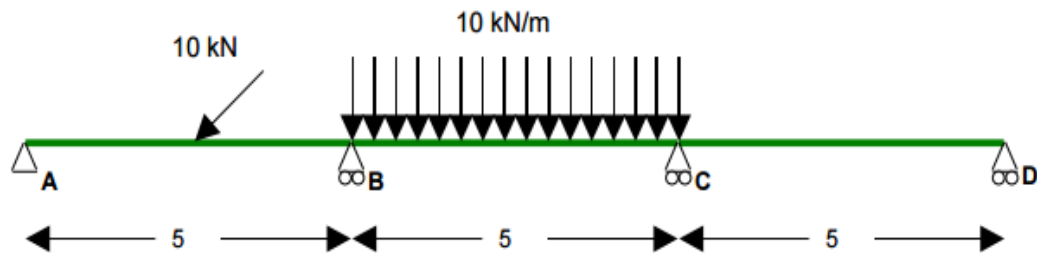


Figura 2: Problema modelo.

En la Universidad del ISTMO se realizó la tesis “Programa para el Cálculo de Tuberías y Bombas Centrífugas en Procesos de Refinación<sup>9</sup>” y consiste en crear una herramienta para tuberías y bombas centrífugas en procesos de refinación en los estados líquido o gas/vapor bajo para condiciones isotérmicas, donde se buscan obtener datos de dimensionamiento como el diámetro nominal de la tubería y de capacidades como la velocidad y caídas de presión para una tubería

---

<sup>8</sup> Enrique Relea Gangas, Andrés Martínez Rodríguez: Software gratuito como herramienta docente para cálculo de estructuras [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. [fecha de consulta: 11 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://www.ual.es/Congresos/JIA/completo/Software\\_relea.pdf](http://www.ual.es/Congresos/JIA/completo/Software_relea.pdf)>.

<sup>9</sup> Iázaro Gallegos Álvarez. 2011: Programa para el Cálculo de Tuberías y Bombas Centrífugas en Procesos de Refinación [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2011 [fecha de consulta: 11 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://www.unistmo.edu.mx/tesis\\_Teh/tesis\\_digitales/25.-%202011%20JUNIO\\_Lazaro%20Gallegos%20Alvarez.pdf](http://www.unistmo.edu.mx/tesis_Teh/tesis_digitales/25.-%202011%20JUNIO_Lazaro%20Gallegos%20Alvarez.pdf)>.

existente y la potencia hidráulica para una bomba centrífuga y se desarrolló con java Development Kit (JDK) versión 6.1.2 y Java Runtime Environment (JRE) versión 6.21. En el documento se establecen condiciones y definiciones de mecánica de fluidos, para finalmente exponer los resultados en el aplicativo.

RESULTADOS	
Tipo de servicio :	Criterio personal - $\Delta P$ en 100 pies
$\Delta P$ en 100 pies, psi/100 ft :	2.0
Velocidad, ft/s:	
$\phi$ seleccionado	
Diámetro nominal, in:	2.0
Diámetro interior, in:	2.067
Velocidad, ft/s:	0.57
$\Delta P$ en 100 pies, psi/100 ft:	0.043
$\Delta P$ por fricción en la tub., psi:	0.043
$\Delta P$ por fricción en accs., psi:	0
$\Delta P$ por altura, psi:	0
$\Delta P$ total, psi:	0.043
Factor de fricción, adim.:	0.0336
Número de Reynolds, adim.:	8331
Longitud equivalente total, ft:	100

Figura 3: Imagen del recuadro de resultados.

“Aplicación de software para calcular coeficientes de uniformidad ponderados por superficie en máquinas de riego de pivote central<sup>10</sup>” es un proyecto que determina los datos que se obtienen con la pluviometría (rama de la meteorología que estudia la distribución geográfica y estacional de las precipitaciones acuosas<sup>11</sup>) para el caso de sistemas de riego de pivote central. El estudio de la pluviometría en este tipo de sistema es muy complejo pues los valores van a variar según algunas condiciones como las de espacio, es por ello que el aplicativo determina esos valores midiendo detalladamente cada uno de ellos y realizando una ponderación. El aplicativo se denomina “pluviopivot” y las condiciones que debe tener el sistema para que se pueda ejecutar no son muy altas lo que lo hace un

<sup>10</sup> Juan Pacheco Seguí, Yoan Pacheco Cárdenas. 2004: Aplicación de software para calcular coeficientes de uniformidad ponderados por superficie en máquinas de riego de pivote central [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2004 [fecha de consulta: 11 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231117829002>>

<sup>11</sup> Portal web Atla Catamarca: Pluviometria [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet [fecha de consulta: 11 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://www.atlas.catamarca.gov.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=176](http://www.atlas.catamarca.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=176)>

aplicativo útil al alcance de la mayoría de personas que requieran de esta herramienta.



*Figura 4: Imagen de sistema de pivote central*

En el trabajo “Determinación del diámetro en sistemas de tuberías utilizando Mathcad<sup>12</sup>”, Realizado por Jorge García Sosa y Armando Morales Burgos, se muestran las múltiples aplicaciones que tiene el software Mathcad, para dar solución a diferentes problemas de ingeniería. Dicho programa permite la realización de los cálculos en forma didáctica, rápida, exacta y explícita como una alternativa innovadora de enseñanza que puede ser utilizada en los diversos cursos de mecánica de fluidos, hidráulica, termodinámica, entre otras que se imparten en las instituciones de educación superior; En este caso se utiliza dicho software para la determinación del diámetro en sistemas de tuberías en flujo turbulento, considerando no solamente las pérdidas primarias, sino también las menores; así mismo, se destaca la solución de la ecuación de Colebrook-White con este software, lo cual evita el uso del diagrama de Moody. Ya que en ingeniería cuando se requieren realizar cálculos relacionados con la determinación del diámetro de las tuberías de un sistema hidráulico generalmente conocemos el flujo que circula, la diferencia de niveles entre las superficies libres de los líquidos en los depósitos, la presión de descarga, las elevaciones, longitudes y rugosidades de las tuberías que los conectan, el fluido que circula, los accesorios hidráulicos utilizados; etc.

De la información anterior, los autores concluyen que este problema de diseño sin la utilización de computadoras, los lleva al hecho de que tienen que asumir y

---

<sup>12</sup> Jorge García Sosa, Armando Morales Burgos. 2003: Determinación del diámetro en sistemas de tuberías utilizando Mathcad [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2003 [fecha de consulta: 12 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/determinacion.pdf> 2>

suponer algunos valores como el factor de fricción (f) y utilizando el diagrama de Moody, realizar una serie de iteraciones que permitan la convergencia del factor de fricción; y así poder determinar el diámetro del tubo. Por lo que este proceso de cálculo implica un tiempo considerable, puesto que se requiere la lectura iterativa del diagrama de Moody para lograr la convergencia del valor del factor de fricción; además, con dichas lecturas, se incrementa la posibilidad de errores en la misma, que repercutiría en el cálculo del diámetro de la tubería.

El artículo escrito por Nicolás Zaragoza Grifé y Julio R. Baeza Pereyra llamado, "Determinación del diámetro de sistemas de tuberías mediante la utilización del Visual Basic para Aplicaciones y el Método de Aproximación de Punto Fijo<sup>13</sup>", En donde los métodos de aproximaciones sucesivas son requeridos para la solución de problemas complejos en Ingeniería. En este artículo se muestra el uso del método de Aproximación de Punto Fijo para la determinación del diámetro de sistemas de tuberías, en flujo turbulento, considerando no solamente las pérdidas primarias, sino también las menores. Aquí se partió de la ecuación de Colebrook-White y se estableció un sistema de ecuaciones recurrentes. La Solución de este sistema fue implementada a partir de un algoritmo genérico en Visual Basic para aplicaciones y posteriormente programada en MS Excel, como una fórmula añadida por el usuario.

Evitando de esta manera el uso del diagrama de Moody y eliminando a su vez el uso de figuras, nomogramas (Los nomogramas son una herramienta que permite la administración de medicamentos de una manera farmacocinética<sup>14</sup>) u otra herramienta o software matemático.

---

<sup>13</sup> Nicolás Zaragoza Grifé, Julio R. Baeza Pereyra. 2003: Determinación del diámetro de sistemas de tuberías mediante la utilización del Visual Basic para Aplicaciones y el Método de Aproximación de Punto Fijo [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2003 [fecha de consulta: 12 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/determinaciondeldiametro.pdf> >

<sup>14</sup> Luis Alberto Tafur B., Eduardo Lema Flórez. 2009: Aplicación práctica de los nomogramas de remifentanil y propofol. [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2009 [fecha de consulta: 12 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen7/determinaciondeldiametro.pdf> >

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Como bien se sabe la gran mayoría de industrias emplean o utilizan diferentes programas informáticos para la fabricación de algún producto, o ya sea para la ejecución de un proyecto de ingeniería; generalmente las grandes compañías son quienes cuentan con muchas de estas herramientas ya que tiene los medios económicos suficientes para adquirirlas y poder tener a su disposición una diversidad de programas informáticos que les faciliten los trabajos en una producción, ya que en Colombia la cadena metalmeccánica presenta características tecnológicas propias de acuerdo con el tamaño de sus empresas.<sup>15</sup>

En Colombia la industria metalmeccánica ha venido en auge en los últimos años<sup>16</sup>, por lo que no es difícil encontrar en cada sector del país un taller metalmeccánico que ofrezca soluciones a los diferentes requerimientos de los clientes, sobre todo si es en la fabricación de uniones de transición, que como lo hemos dicho con anterioridad son uniones que se utilizan para unir tuberías en acero que transportan agua potable, en muchos de estos casos los cálculos para determinar las dimensiones de los materiales a utilizar se hacen de manera rudimentaria, sin tener un patrón de diseño estándar, además estos cálculos para determinar el dimensionamiento de cada una de las uniones puede tardar entre uno y dos días para posteriormente sacar los planos e iniciar su fabricación.

Lo que se busca con este proyecto es desarrollar una aplicación de software para uniones de transición utilizando los programas de Visual Basic y Solid Works; para lograr que esta aplicación tenga un fácil manejo para cualquier persona que lo desee ejecutar, además que con esta herramienta los únicos datos necesarios para generar el diseño de las uniones son especificar las dimensiones de entrada y salida de la unión; Posteriormente la aplicación de software será capaz de generar los planos de fabricación en cuestión de segundos, reduciendo de esta manera el tiempo de diseño y posteriormente el tiempo en la fabricación de las uniones.

---

<sup>15</sup> SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). (2002). Caracterización Ocupacional del Sector Metalmeccánico Manizales: Servicio Nacional de Aprendizaje, Manizales, Colombia.

<sup>16</sup> Crecimiento de la industria metalmeccánica en Colombia [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2014 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en: <http://www.immiller.com/noticias/108-crecimiento-de-la-industria-metalmeccanica-en-colombia.html>.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación de software para uniones de transición de acueducto y alcantarillado de diámetros de 14in a 30in.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

0. Seleccionar el software para desarrollar una aplicación para uniones de transición de acueducto y alcantarillado de diámetros de 14in a 30in.
1. Definir los componentes y variables que se debe tener en la selección del desarrollo de la aplicación de software.
2. Implementar en el aplicativo los métodos de calculo que se usan en la industria para el diseño de las uniones de transición.
3. Generar el modelado geométrico parametrizado en el programa NX de la unión de transición según las características de la tubería.
4. Elaborar un manual de usuario que contenga el manejo de la aplicación y solución de errores.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 SOFTWARE PARA DESARROLLAR LA APLICACIÓN

Para desarrollar la aplicación con la que deseamos mejorar tiempos y método de diseño en las uniones de transición, debemos analizar que software es el más completo Y que mejor se acomode a nuestras necesidades.

##### 3.1.1 VISUAL BASIC

En 1991 fue presentada la primera versión de este programa con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo que facilitó en cierta medida la programación misma<sup>17</sup>. Fue desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. Este lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes agregados. también provee facilidades para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos usando Data Access Objects, Remote Data Objects o ActiveX Data Objects. Visual Basic está diseñado para la creación de aplicaciones de manera productiva con seguridad de tipos y orientado a objetos. Además permite a los desarrolladores centrar el diseño en Windows, la web y dispositivos móviles. Como ocurre con todos los lenguajes destinados a Microsoft .NET Framework, los programas escritos en Visual Basic se benefician de la seguridad y la interoperabilidad de los lenguajes.

Primero fue GW-BASIC, luego se transformó en QuickBASIC y actualmente se lo conoce como Visual Basic y la versión más reciente es la 6 que se incluye en el paquete Visual Studio 6 de Microsoft. Esta versión combina la sencillez del BASIC con un poderoso lenguaje de programación Visual que juntos permiten desarrollar robustos programas de 32 bits para Windows. Esta fusión de sencillez y la estética permitió ampliar mucho más el monopolio de Microsoft, ya que el lenguaje sólo es compatible con Windows, un sistema operativo de la misma empresa.

---

<sup>17</sup> Solución de Problemas con Visual Basic [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. [fecha de consulta: 5 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/visual\\_basic/contenido/index.swf](http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/visual_basic/contenido/index.swf) >.

Algunas ventajas de este software son:

- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.
- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows, dado que tiene acceso prácticamente total a la API de Windows, incluidas librerías actuales.
- Es uno de los lenguajes de uso más extendido, por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Fácilmente extensible mediante librerías DLL y componentes ActiveX de otros lenguajes.
- Posibilita añadir soporte para ejecución de scripts, VBScript o JScript, en las aplicaciones mediante Microsoft Script Control.
- Tiene acceso a la API multimedia de DirectX (versiones 7 y 8). También está disponible, de forma no oficial, un componente para trabajar con OpenGL 1.1.<sup>7</sup>
- Existe una versión, VBA, integrada en las aplicaciones de Microsoft Office, tanto Windows como Mac, que permite programar macros para extender y automatizar funcionalidades en documentos, hojas de cálculo y bases de datos (Access).
- Si bien permite desarrollar grandes y complejas aplicaciones, también provee un entorno adecuado para realizar pequeños prototipos rápidos.

Visual Basic 6.0 es un lenguaje de programación visual, también llamado lenguaje de 4ª generación. Esto quiere decir que un gran número de tareas se realizan sin escribir código, simplemente con operaciones gráficas realizadas con el ratón sobre la pantalla.

### 3.1.2 LAPVIEW

El software LapVIEW proporciona un entorno potente de desarrollo gráfico para el desarrollo de aplicaciones de ingeniería de adquisición de datos análisis de medidas y presentación de datos gracias a un lenguaje de programación sin la complejidad de otras herramientas de desarrollo. Sus principales características son:

- Intuitivo lenguaje de programación.



- Herramientas de desarrollo y librerías de alto nivel específicas para aplicaciones.
- Cientos de funciones para E/S, control, análisis y presentación de datos.
- Posibilidad de crear aplicaciones de medida genéricas sin programación.
- Depuración gráfica integrada y control del código fuente.
- Miles de programas de ejemplo, tanto en el software como por web.
- Ayuda contextual integrada y extensos tutoriales.

LapVIEW puede aplicar en el análisis automatizado y plataformas de medida, medidas industriales y plataformas de control y diseño embebido y plataformas de prototipaje<sup>18</sup>.

El lenguaje de programación utilizado en él se llama “lenguaje G “, donde la “G” simboliza que es un lenguaje de tipo gráfico. Los programas desarrollados en él se llaman VI's (Virtual Instruments), su origen provenía del control de los instrumentos, pero hoy en día su uso se ha expandido más allá. Y sus elementos básicos son los menús (en la parte superior de las ventanas del panel frontal y diagrama de bloques) la barra de herramientas y las paletas flotantes que se pueden colocar en cualquier parte de la pantalla.

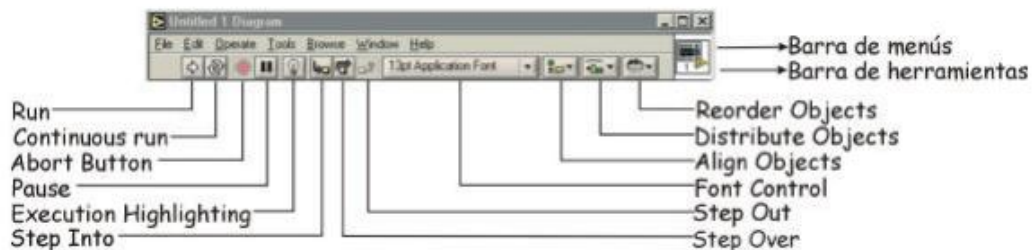


Figura 5: Barra de Menús y herramientas

### 3.1.3 Software NX

Es un paquete de software CAD/CAM/CAE desarrollado por la compañía Siemens PLM Software (una unidad de negocios de la división de Siemens Industry Automation).

Sus usos, entre otros, son los siguientes: d (modelado paramétrico y directo de sólidos/superficies), análisis para ingeniería (estático, dinámico, electromagnético y térmico usando el método de elementos finitos, y análisis de fluidos usando el

<sup>18</sup> Universidad de Cantabria. Servicio de Informática [en línea]: Portal Web Fuente en Internet. [fecha de consulta: 14 Mayo 2015]. Disponible en: <<https://sdei.unican.es/Paginas/servicios/software/Labview.aspx>>.

método de volúmenes finitos y manufactura digital para la industria de la maquinaria.

NX nos permite usar directamente modelos creados con otros sistemas CAD. Se Puede importar y modificar la geometría CAD desde cualquier fuente con velocidad, facilidad y eficiencia. NX es la solución de elección para el diseño colaborativo multi-CAD. La interacción eficiente y los flujos de trabajo optimizados, las herramientas de diseño de NX ayudan a lograr las tareas de diseño mucho más rápido que con otros sistemas CAD<sup>19</sup>.

### 3.2 UNIONES DE TUBERÍAS

Para un rendimiento satisfactorio de los materiales y productos, los diseños del sistema e instalación se deben de basar en conexiones hechas de manera adecuada. Una unión inadecuada o hecha en campo sin cuidado puede causar retrasos en la instalación, provocar fallas en los sistemas de operación o puede crear condiciones de peligro.

Todos los procedimientos y métodos de conexión requieren que los extremos del tubo o conexiones estén limpios, secos, y libre de toda partícula extraña antes de hacer la conexión. La presencia de contaminación y condiciones inestables del terreno pueden originar conexiones defectuosas. Las uniones con empaques requieren de una lubricación apropiada. Y sus dimensiones y materias de construcción varían según las condiciones de diseño.

#### 3.2.1 UNIONES DE TRANSICIÓN

Se especifican uniones mecánicas de transición para empalmar tuberías de materiales y diámetros exteriores iguales o diferentes. El empalme se realizará entre la tubería nueva que se va a instalar y la tubería existente que podrá ser en hierro dúctil (H.D.), hierro fundido (H.F.), hierro galvanizado (H.G.), plástico reforzado con fibra de vidrio (GRP) o en Asbesto cemento (E). Dichas tuberías, para el mismo diámetro nominal, normalmente tienen diferencias entre sus diámetros exteriores, las cuales serán absorbidas por estas uniones. Las uniones y sus empaques serán fabricados según la norma AWWA C 219 para una presión

---

<sup>19</sup> SIEMENS. NX PARA DISEÑO [en línea]: Portal web Fuente en Internet. [fecha de consulta: 14 Mayo 2015]. Disponible en. <[http://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/products/nx/for-design/](http://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/products/nx/for-design/)>.

de trabajo mínima de 1,38 MPa. (200 psi.) Y probadas a presiones de 2,45 MPa. (350 psi.). El cuerpo de la unión interior y exteriormente, las bridas, contra bridas cuando sean necesarias, tornillos, tuercas, y demás elementos metálicos serán fabricados con un recubrimiento anticorrosivo según las especificaciones de la norma AWWA C 550, el cual tendrá un mejoramiento para prevenir los desgastes ocasionados en la manipulación de transporte y almacenamiento. En caso de no cumplir con esta norma, los tornillos, tuercas y arandelas se exigirán en acero inoxidable. Las uniones y sus empaques serán fabricados según la norma AWWA C 219, para las redes secundarias deberán ser para una presión de trabajo mínima de 1,38 MPa. (200 psi.) Y probadas a presiones de 2,45 MPa. (350 psi.) El cuerpo de la unión interior y exteriormente, las bridas, contra bridas cuando sean necesarias y demás elementos metálicos serán fabricados con un recubrimiento anticorrosivo según las especificaciones de la norma AWWA C 550, resolución 1166, el cual tendrá un mejoramiento para prevenir los desgastes ocasionados en la manipulación de transporte y almacenamiento. Los tornillos y arandelas se exigirán en acero inoxidable y las tuercas.

### 3.2.2 Normas para tuberías en Colombia:

- EAAB - Norma Técnica NP 032, NP 055 (suministro de origen nacional)

La tubería y accesorios podrán ser de uno cualquiera de los siguientes materiales: Tuberías y accesorios de presión en PVC (cloruro de polivinilo), o en concreto tipo CCP (tipo cilindro de acero con recubrimiento de hormigón, mortero o ambos), o en acero, o en fundición de hierro dúctil, en este tipo de tuberías para redes de distribución de acueducto es requisito indispensable que la tubería permita la utilización de collares de derivación.

- EAAB - Norma Técnica NS 025 (instalación y accesorios para redes de acueducto)

El trabajo de instalación de redes de acueducto incluye el manejo y colocación de los tubos y accesorios en los sitios de instalación y comprende también la ejecución de la unión, la limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías con sus respectivas pruebas.

En general, para las operaciones de colocación, instalación, unión y pruebas de las tuberías, piezas especiales, válvulas y accesorios, deben efectuarse siguiendo

las instrucciones del fabricante respectivo y/o las indicaciones de la EAAB-ESP.

Las tuberías deben cumplir con las normas EAAB-ESP NP 032 "Tuberías para redes de acueducto secundarias y menores de distribución" y NP 055 "Tuberías para redes matrices, conducciones y líneas expresas de acueducto de acueducto".

Nombre	UM	Cant.	V / r Unit.	V / r Total
<b>TUBERÍA DE ACUEDUCTO PVC 10" RDE 32.5 / ml</b>				
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	hr	0.04	16,503.27	660.13
HR.CUADRILLA PLOMERÍA Of+2Ay	hc	0.23	9,072.00	2,086.56
RELLENO TIPO 2 "Recebo"	m3	0.68	24,155.30	16,425.60
TUBO PRESIÓN PVC 10" RDE 32.5	ml	1	105,976.00	105,976.00
				<b>266.510.25</b>
<b>TUBERÍA DE ACUEDUCTO PVC 4" RDE 26 / ml</b>				
TUBERÍA DE ACUEDUCTO PVC 4" RDE 26 / ml	gl	0.5	21,842.00	10,921.00
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	hr	0.04	16,503.27	660.13
HR.CUADRILLA PLOMERÍA Of+2Ay	hc	0.13	9,072.00	1,179.36
RELLENO TIPO 2 "Recebo"	m3	0.38	24,155.30	9,179.01
TUBO PVC 4" RDE 26	ml	1	21,842.00	21,842.00
				<b>207.200.25</b>
<b>TUBERÍA DE ACUEDUCTO PVC 6" RDE 41 / ml</b>				
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA	hr	0.04	16,503.27	660.13
HR.CUADRILLA PLOMERÍA Of+2Ay	hc	0.16	9,072.00	1,451.52
RELLENO TIPO 2 "Recebo"	m3	0.38	24,155.30	9,179.01
MANO DE OBRA AA	ml	1	32,473.00	32,473.00
				<b>43,763.66</b>
<b>CODO GRAN RADIO 90° UNIÓN Z DE 6" / un</b>				
CODO G.RAD.90° UNIÓN Z 6"	un	1	324,838.00	324,838.00
MANO DE OBRA BB	hc	0.25	9,702.00	2,425.50
				<b>327,263.50</b>
<b>UNIÓN REPARACIÓN UNIÓN Z PVC 10" / un</b>				
OFICIAL + prestaciones	dd	0.15	44,610.00	6,691.50
UNIÓN DE REPARACIÓN PVC 10"	un	1	403,061.00	403,061.00
				<b>409,752.50</b>

Tabla 3: tabla de norma técnica NS 025 para redes de acueducto.

## 4. METODOLOGIA

El fin de este proyecto es desarrollar una aplicación de software para uniones de transición para ello se debe tener una serie de pasos ordenados que mejoren la realización del proyecto de manera secuencial. En ese orden de ideas el primer paso será o la primera ase a desarrollar del proyecto, seleccionar el software en el que vamos a elaborar dicha aplicación. Para seleccionar esta aplicación vamos a reunir información de tres software como lo son LapVIEW, visual Basic, C++ y MATLAB. De la información recopilada elegiremos dos software según el conocimiento y la practicidad que tengamos de ellos para desarrollar la aplicación. Posteriormente definiremos una serie de características con las que realizaremos un QFD en el que se sometan los treos software en discusión y de allí obtendremos el programa en el que efectuaremos nuestro proyecto.

Una vez seleccionado el software procedemos a determinar la parte de diseño e interface del aplicativo, es decir la parte de diseño de cómo se manipulara y se hará de la siguiente manera:

- Elegir las opciones que tendrá el aplicativo y el orden de como ira distribuido.
- Seleccionaremos los símbolos para representa dimensiones, ecuaciones y todas las opciones del programa.
- Establecer los colores y la presentación del programa.
- Desarrollar la programación para abrir y manejar el programa.

Posteriormente vamos a definir los modelos matemáticos que nos permitan obtener los valores del dimensionamiento. Para ello primero vamos a definir valores constantes como características de materiales y algunas dimensiones, de esta manera podemos realizar modelos matemáticos que dependiendo una del otro y de las constantes nos dé como resultado un desarrollo secuencial, por ejemplo; si el número de tornillos es (X) entonces el diámetro de los mismos debe ser (Y) y si es el número de tornillos es ( $X_1$ ) entonces el diámetro debe ser ( $Y_1$ ). Finalmente debemos montar esos modelos o ecuaciones en la aplicación.

$$N^{\circ} = X \quad \Rightarrow \quad d = Y$$
$$N^{\circ} = X_1 \quad \Rightarrow \quad d = Y_1$$

Donde “ $N^{\circ}$ ” es número de tornillos y “d” es diámetro de tornillos.

Para finalizar vamos a elaborar la cantidad total de planos posibles que puedan dar como resultado. Vale la pena aclarar que la cantidad de planos no es infinita sino que los valores que se introducen deben ser para diámetros y condiciones reales y comerciales por ende su resultado serán otros valores y planos comerciales. En el momento que se introduzcan dimensiones no comerciales o irreales el programa no ejecutara y simplemente reportara un error. Para obtener esto se realizaran los siguientes pasos:

- Elaboración de planos en el programa CAD NX.
- Montaje de los planos en el aplicativo.
- Programación para que una vez digitados los datos en el aplicativo, éste desarrolle los cálculos y el plano. En este paso enfatizaremos en el tema de los valores comerciales.

Una vez terminado el aplicativo, se procederá a la creación de un manual de usuario que debe contener procedimiento y condiciones de instalación, tutorial de manipulación del aplicativo y finalmente una sección que brinde información para la solución de los posibles errores. En ese orden lo vamos a desarrollar pero primero realizaremos un borrador que contenga toda la información de esos tres ítems, después se elaborara el documento con la adecuada redacción y claridad para ser apto de entender a una persona que no sea necesariamente un especialista en la materia.

## 5. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	MES 1			MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recopilación de información sobre software.</li> <li>➤ Elección de tres de los software.</li> <li>➤ Establecer caracteres a evaluar.</li> <li>➤ Realización de QFD</li> </ul>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elegir las opciones que tendrá el aplicativo y el orden de como ira distribuido.</li> <li>➤ Selección de símbolos.</li> <li>➤ Establecer colores y representación gráfica.</li> <li>➤ Desarrollar la programación de lo anterior.</li> </ul>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consulta sobre cálculo de dimensiones.</li> <li>➤ Elaboración de modelos matemáticos para el aplicativo.</li> <li>➤ Programación de los modelos matemáticos.</li> </ul>																			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaboración de planos.</li> <li>➤ Programación de los planos en el aplicativo.</li> <li>➤ Borrador de manual de usuario.</li> <li>➤ Manual de usuario terminado.</li> <li>➤ Entrega Magnética de software y manual de usuario.</li> </ul>																			

ACTIVIDAD	MES 6				MES 7			
	21	22	23	24	25	26	27	28
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Recopilación de información sobre software.</li> <li>➤ Elección de tres de los software.</li> <li>➤ Establecer caracteres a evaluar.</li> <li>➤ Realización de QFD</li> </ul>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elegir las opciones que tendrá el aplicativo y el orden de como ira distribuido.</li> <li>➤ Selección de símbolos.</li> <li>➤ Establecer colores y representación gráfica.</li> <li>➤ Desarrollar la programación de lo anterior.</li> </ul>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consulta sobre cálculo de dimensiones.</li> <li>➤ Elaboración de modelos matemáticos para los aplicativos.</li> <li>➤ Programación de los modelos matemáticos.</li> </ul>								
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaboración de planos.</li> <li>➤ Programación de los planos en el aplicativo.</li> <li>➤ Borrador de manual de usuario.</li> <li>➤ Manual de usuario terminado.</li> </ul>								

## 6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

### 6.1 PRESUPUESTO

El presupuesto del proyecto se toma desde los aspectos de programas de software y gastos administrativos.

En la tabla 4 se enumeran los respectivos costos del proyecto, cabe destacar que estos elementos o sus costos pueden variar a medida que se desarrolle el proyecto.

Tabla 4. Recursos administrativos

RECURSOS ADMINISTRATIVOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	SUBTOTAL
1	SOFTWARE NX	UND	1	\$ 0	\$ 0
2	SOFTWARE VISUAL BASIC	UND	1	\$ 0	\$ 0
3	TRANSPORTE	GLB	1	\$ 200.000	\$ 200.000
4	ADMINISTRACIÓN Y PAPELERIA	GLB	1	\$ 150.000	\$ 150.000
				<b>TOTAL</b>	\$ 350.000

<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 350.000
--------------------	------------

### 6.2 FUENTES DE FINANCIACIÓN

Los ítems 1 y 2 de la tabla 4 serán suministrados por los laboratorios de automatización de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, facultad Tecnológica.

Los recursos correspondientes a los ítems 3 y 4 de la tabla 1, serán asumidos por los autores.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

Pulido Plazas C. (2011). PROGRAMA BASE DE DATOS SITUACIÓN ACADÉMICA DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD. Bogotá D.C.: Universidad de la Salle.

Chaparro Lopez, G. A., & Forero Sarmiento L. A. (2005). SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO (SIAP). Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.

Pérez Restrepo S. I. (2013). CÁLCULO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE RADAR (RCS) DE UNA PLACA PLANA Y DE UN CILINDRO, PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE AEROGENERADORES EN SISTEMAS DE NAVEGACIÓN AÉREA. Medellín - Colombia.: Universidad Pontificia Bolivariana.

Andrade Moreira M. A., & Cortez Bohórquez A. A. (2011). APLICACIÓN DEL SOFTWARE MATLAB/SIMULINK EN LA ASIGNATURA DE FUNDAMENTOS DE COMUNICACIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES. Guayaquil - Ecuador.: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Ramírez Rueda S. A., & Zaruma Gonzáles G. D. (2010). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO KART. Quito - Ecuador.: Universidad Internacional del Ecuador.

2050: Water supplies to dwindle in parts of the world, threatening food security and livelihoods

[en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2015 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en:

<<http://www.worldwatercouncil.org/es/noticias/noticias/article/2050-water-supplies-to-dwindle-in-parts-of-the-world-threatening-food-security-and-livelihoods/>>.

Programa Conjunto OMS/UNICEF para el Monitoreo del Abastecimiento de Agua y Saneamiento [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2012 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/monitoring/jmp2012/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/es/)>.

El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2015 [fecha de consulta: 6 Mayo 2015]. Disponible en: <<http://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>>.

2007: Modelado matemático de los sistemas ecológicos [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2007 [fecha de consulta: 5 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://orion.ciencias.uniovi.es/~riera/modelado/practicas/pract\\_01.pdf](http://orion.ciencias.uniovi.es/~riera/modelado/practicas/pract_01.pdf)>.

Solución de Problemas con Visual Basic [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. [fecha de consulta: 5 Mayo 2015]. Disponible en: <[http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/visual\\_basic/contenido/index.swf](http://virtual.uptc.edu.co/drupal/files/visual_basic/contenido/index.swf) >.

2005: Manual de programación Lenguaje C++ [en línea]: documento electrónico Fuente en Internet. 2005 [fecha de consulta: 5 Mayo 2015]. Disponible en: <<https://books.google.com.co/books?id=py9NgRWWZE4C&pg=SL26-PA11&lpg=SL26-PA11&dq=En+la+actualidad,+el+C%2B%2B+es+un+lenguaje+vers%C3%A1til,+potente+y+general.+Su+%C3%A9xito+entre+los+programadores+profesionales+le+ha+llevado+a+ocupar+el+primer+puesto+como+herramienta+de+desarrollo+de+aplicaciones&source=bl&ots=VkB4kH8y7q&sig=S463ShLXDRfwWnMyZOyYsmhzJeM&hl=es-419&sa=X&ei=AN1LVavRCKuasQSCg4DYBg&ved=0CCAQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>>.

Universidad de Cantabria. Servicio de Informática [en línea]: Portal Web Fuente en Internet. [fecha de consulta: 14 Mayo 2015]. Disponible en: <<https://sdei.unican.es/Paginas/servicios/software/Labview.aspx> >.