

**PRIMERA ETAPA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA RETIE EN EL TALLER DE
ELECTRICIDAD 4C – 101 DE LA IUPB**

**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CANALIZACIÓN EXPUESTO EN TUBERIA CONDUIT SEGÚN
EL RETIE Y LA NTC 2050 EN EL TALLER DE ELECTRICIDAD 101 DEL BLOQUE 4C**

ALEXANDER ENRIQUE GONZALEZ ROJO

JULIER JAIME CASTAÑO ZAPATA

EDWIN AMILKAR CORREA FLOREZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO – IUPB

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

MEDELLÍN

2013

**PRIMERA ETAPA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA RETIE EN EL TALLER DE
ELECTRICIDAD 4C – 101 DE LA IUPB**

**INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE CANALIZACIÓN EXPUESTO EN TUBERIA CONDUIT SEGÚN
EL RETIE Y LA NTC 2050 EN EL TALLER DE ELÉCTRICIDAD 101 DEL BLOQUE 4C**

ALEXANDER ENRIQUE GONZALEZ ROJO

JULIER JAIME CASTAÑO ZAPATA

EDWIN AMILKAR CORREA FLOREZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE TECNÓLOGO ELÉCTRICO

Asesor

RODRIGO RUEDA GARCIA

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO – IUPB

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

MEDELLÍN

2013

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a DIOS por habernos dado la sabiduría y salud.

A nuestras esposas, hijos y padres que supieron entender la ausencia de nosotros mientras nos encontrábamos recibiendo cátedra.

A nuestros profesores que hoy pueden ver el reflejo del conocimiento que nos han entregado.

A nuestro asesor y guía Ingeniero Rodrigo García y a la profesora Leticia Palacio Arango por toda su orientación y dedicación en la ejecución de esta tesis.

A la administración, funcionarios y a todo los que integran la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Al señor Cesar Augusto Avendaño Tapasco por toda su colaboración y ayuda en la ejecución de este proyecto.

A nuestros compañeros de clase y amigos, por haber compartido todo este tiempo con nosotros.

A cada uno de nosotros que formamos parte de esta tesis por la entrega y dedicación en su ejecución.

Y todas aquellas personas que de una forma directa o indirectamente aportaron para la realización de esta tesis.

Nota de aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, 02 de Mayo de 2013

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. EL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4. REFERENTES TEÓRICOS	16
4.1 MÉTODOS DE ALAMBRADO	16
4.2 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	17
4.3 QUÉ ES EL RETIE – DEFINICIÓN	17
4.3.1 Carácter de obligatoriedad del Reglamento	18
4.3.2 Implicaciones jurídicas. Sanciones	18
4.4 NORMA TÉCNICA NTC 2050	19
4.4.1 Localización del tablero de distribución	19
4.4.2 Localización de salidas	20
4.4.3 Que es una canaleta y cuantos tipos hay	20
4.5 TIPOS DE TUBERÍA	21
4.5.1 Cobre	21
4.5.2 Acero	21
4.5.3 Tuberías y accesorios	21
4.5.3.1 Tubería	22
4.5.3.2 Accesorios	22
4.5.3.3 Revestimiento	22
4.5.3.4 Uniones	22
4.5.3.5 Protección	22
4.5.4 Tuberías de fundición	23
4.5.5 Tuberías de acero	24
4.5.6 Tubo CONDUIT no metálico rígido	24
4.5.7 Tubería eléctrica plegable no metálica	24
4.5.8 Tubería CONDUIT subterránea no metálica con conductores	25
4.5.9 Tubo CONDUIT metálico rígido NTC 171	25
4.5.10 Tubo CONDUIT rígido no metálico	25
4.5.11 Tubería eléctrica metálica NTC 105 (tipo EMT)	25
4.5.12 Tubería metálica flexible	25
4.5.13 Tubo CONDUIT de metal flexible	25
5. METODOLOGÍA	29
5.1 TIPO DE ESTUDIO	29

5.2	MÉTODO	29
5.3	POBLACIÓN	29
5.3.1	Fuentes primarias	30
5.3.2	Fuentes secundarias	30
5.4	TÉCNICAS DE MEDICIÓN	30
5.5	PROCEDIMIENTO	30
6.	RESULTADOS DEL PROYECTO	31
7.	CONCLUSIONES	43
8.	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	45
	ANEXOS	47

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número máximo de conductores tubería CONDUIT	26
Tabla 2. Número máximo de conductores tubería CONDUIT	27
Tabla 3. Diámetros tubería CONDUIT	28
Tabla 4. Diámetros tubería CONDUIT	28

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Portería superior IUPB sector Pilarica	11
Figura 2	Tubería MT.	31
Figura 3	Uniones Metálicas para tubería EMT.	32
Figura 4	Entradas para caja tubería EMT.	32
Figura 5	Caja de empalme TERCOL para tubería EMT.	33
Figura 6	Curva metálica para tubería EMT.	33
Figura 7	Grapa galvanizada sencilla para tubería EMT.	34
Figura 8	Grapa Galvanizada doble para tubería EMT.	34
Figura 9	Conduleta para tubería EMT.	35
Figura 10	Soporte de abrazadera metálica ajustable para tubería EMT	35
Figura 11	Cinta aislante naranja en tubería EMT.	36
Figura 12	Laboratorio de maquinas 1 bloque AD aula 101.	37
Figura 13	Instalación tubería.	37
Figura 14	Instalación de cajas.	38
Figura 15	Buitrón taller de maquinas eléctricas DC.	39
Figura 16	Taller de maquinas 1 bloque 4C aula 101.	39
Figura 17	Instalación de elementos varios para unión de tubería.	40
Figura 18	Instalación de elementos varios para unión de tubería.	40
Figura 19	Instalación final de tubería.	41
Figura 20	Instalación final de tubería.	41
Figura 21	Instalación final de tubería.	42

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo 1	Diseño plano eléctrico de conexiones en los laboratorios de la IUPB.	47
Anexo 2	Diagrama de grantt	48

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realiza con el objetivo de mejorar las condiciones de seguridad en las instalaciones eléctricas generando un mayor grado de confiabilidad en la red de alimentación eléctrica, mediante la instalación de un sistema de tuberías tipo CONDUIT al lado de las canaletas existentes que disponen todo el cableado del laboratorio de electricidad 101 del bloque 4C, iniciando en una caja de paso ubicada en el costado derecho superior en el taller de electricidad, y terminando en el acceso al buitrón, que une el laboratorio de máquinas de corriente directas (DC) con la subestación, mediante los conocimientos previos adquiridos a través de los años de cátedra y la normativa vigente que expone el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) y la norma técnica Colombia 2050 (NTC2050).

1. EL PROBLEMA

Figura 1. Portería superior IUPB sector Pilarica.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 5 de Marzo de 2013.

La Institución Universitaria Pascual Bravo ha sido por mucho tiempo un lugar de formación profesional para muchos jóvenes que desean salir adelante y mostrar sus capacidades a nivel profesional en el campo industrial.

Ha sido un lugar que se ha caracterizado por su calidad estudiantil y un buen prestigio, es por eso que es esta una oportunidad para buscar mejoras al interior de la institución, donde estudiantes que culminan ya sus estudios, ven una forma para realizar mejoras que sirvan al tiempo para poner en práctica todo el conocimiento adquirido durante el tiempo de estudio y al mismo tiempo benefician a los compañeros estudiantes que vienen comenzando en el mundo universitario, y necesitan instituciones en óptimas condiciones, con lugares apropiados para realizar prácticas estudiantiles.

Debido a los años de operación de muchos de los laboratorios con los cuales cuenta la institución Universitaria Pascual Bravo se ha logrado observar en algunos lugares, tales como el taller electricidad 101 del bloque 4C que no se tiene un sistema reglamentario para el transporte de cables de energía, los cuales se transportan por canaletas y llegan al interior de este cuarto desde la sub estación, generando focos visuales inapropiados y un incumplimiento en la norma RETIE Y NTC2050, según los numerales 17.11 y las secciones 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349 ,350 y 351 respectivamente.

Actualmente el cuidado y correcto mantenimiento de las instalaciones eléctricas en casas y edificaciones es una de las formas más efectivas de prevenir accidentes y generar ahorros en el servicio, ya que aproximadamente el 30% de los incendios a nivel mundial se producen por fallas eléctricas, se reafirma la necesidad de informar a la población educativa del IUPB sobre los riesgos de una instalación eléctrica deficiente, y sin afán de alarmar, estudios demuestran que más del 90% de las edificaciones con más de 18 años tienen instalaciones eléctricas inadecuadas o totalmente inseguras.

2. JUSTIFICACIÓN

La institución Universitaria Pascual Bravo ha servido para integrar algunas de las comunas con más difícil acceso a la educación por medio de los programas, cursos, técnicas, tecnologías e ingenierías que en ella se brindan. Ha sido un uno de los pilares educativos de más éxito a nivel regional, nacional y suramericano pues ha vuelto a ligar la vida cotidiana grandes sectores de las clases populares; ya que nació con el propósito de mejorar las condiciones educativas y económicas de los habitantes de la ciudad, mediante la vinculación de la industria a estos factores por medio de nuevas líneas que mantienen los estándares de calidad de la educación en Medellín, Antioquia y Colombia.

Es necesario e indispensable para la Institución Universitaria Pascual Bravo, la realización de la instalación de tubería metálica de tipo CONDUIT en el taller 101 del bloque 4C, ya que se debe el diseño antiguo en la disposición del cableado y las respectivas normas actuales que rigen la legislación eléctrica Colombiana así lo ameritan, para controlar posibles causas de incidentes o accidente debido a factores en el sistema tales como:

- 1) Sistemas eléctricos inadecuados y sobrecargados.
- 2) Recubrimiento de paredes y techos que contienen cableado.
- 3) Uso inadecuado de extensiones e improvisación de ampliaciones de circuitos.
- 4) Aparatos eléctricos desgastados que no se sustituyen.
- 5) Reparaciones eléctricas mal hechas.
- 6) Falta de instalación a tierra.

Esto con el fin de proteger la integridad primordial del personal que se encuentra al interior de las instalaciones, los medios físicos y para continuar certificando cada uno de los procesos, sistemas e instalaciones en las normas que rigen a nivel nacional e internacional cada uno de los ámbitos, es decir, normas NTC 2050 y RETIE.

Además de la mejora sustancial en el cableado ya instalado, ya que la tubería a instalar tiene las siguientes propiedades:

- 1) Flexibilidad de instalación, funcionamiento o mantenimiento.
- 2) Proteger los conductores del tubo de los vapores, líquidos o sólidos.

- 3) En instalaciones en exteriores cuando el cableado este expuesto a daños físicos.

- 4) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y de los conductores pueda producir una temperatura de funcionamiento superior a aquella para la que está aprobado el material.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la instalación del sistema de canalización expuesto en tubería conduit según el retie y la NTC 2050 en el taller de electricidad 101 del bloque 4C

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características de la instalación actual instalada e interpretar las normas NTC 2050 y RETIE.
- Cuantificar las variables asociadas al proceso o sistema actual de transporte de cables hacia al interior del taller de eléctrica.
- Determinar los elementos necesarios a utilizar y las herramientas necesarias para realizar el montaje.
- Desarrollar el suministro y entregar a punto toda la tubería instalada en los puntos requeridos para óptimo funcionamiento del taller eléctrico

4. REFERENTES TEÓRICOS

Para realizar una apreciación más correcta acerca del cubrimiento de este trabajo de grado se citaran los elementos que conforman el diseño original y el diseño a realizar en el taller 101 del bloque 4C de la institución Universitaria Pascual Bravo, mediante la explicación magistral a través de la historia del arte relacionada a cada una de los materiales a utilizar.

Para poder entender el porqué de los materiales a utilizar se explicaran las normas por las cuales todo el sector eléctrico Colombiano se rige.

4.1 METODOS DE ALAMBRADO

Se permiten los siguientes métodos de alambrado en sistemas de bandejas porta cables, en las condiciones establecidas en sus respectivas Secciones:

11) Otros cables multi conductores de potencia, señales y control montados en fábrica, específicamente aprobados para su instalación en bandejas.

12) Tubo CONDUIT metálico intermedio (Sección 345)

13) Tubo CONDUIT metálico rígido (Sección 346)

14) Tubo CONDUIT no metálico rígido (Sección 347)

15) Tubería eléctrica metálica (Sección 348)

16) Tubería metálica flexible (Sección 349)

17) Tubo CONDUIT metálico (Sección 350)

18) Cables de fibra óptica (Sección 770)

19) Tubo CONDUIT metálico flexible hermético a los líquidos y tubo CONDUIT no metálico flexible hermético a los líquidos (Sección 351)

Siendo el tubo CONDUIT metálico el objeto de estudio en este trabajo de grado.

4.2 REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Desde el mes de Abril del presente año se expidió la resolución 180398 del Ministerio de Minas y Energía, donde se establece el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), publicado el 27 de Junio de 2004. En este documento, en lugar de exponer detalles técnicos y los criterios que establece el RETIE, de obligatorio cumplimiento para todos los involucrados con el manejo de energía eléctrica, se procura evaluar el impacto que ocasiona la inclusión de este elemento reglamentario, tanto para los usuarios como para los diferentes agentes relacionados en el negocio de la energía eléctrica. Este reglamento involucra una serie de responsabilidades, obligaciones y deberes claramente definidos de todas las partes, de modo que cobra especial importancia, quizá como nunca antes en Colombia, el aspecto técnico en el manejo de la energía eléctrica. Es este el primer intento de reglamentar o unificar diversos criterios en el ámbito de la electrotecnia y es de esperar que sufra varias modificaciones a lo largo de su vigencia. El RETIE ha suscitado toda serie de comentarios, discusiones técnicas y no pocas críticas en muchos de sus aspectos, pero hay que reconocer que ha despertado un creciente interés en el medio y desde ya se augura su injerencia en diversos aspectos que en adelante deben considerarse con sumo cuidado. Se ha procurado enfocar este documento de una manera sencilla, para brindar la claridad suficiente sobre las implicaciones técnicas y los requerimientos que se deben garantizar, so pena de incurrir en faltas que pueden ocasionar sanciones a los responsables de estas, según la gravedad de las mismas.

4.3 QUÉ ES EL RETIE – DEFINICIÓN

El RETIE reglamenta las normas técnicas y le da el carácter de obligatoriedad a las disposiciones existentes (norma NTC 2050) y establece otros criterios de obligatorio cumplimiento en adelante, tanto para nuevas instalaciones como para las existentes. Así mismo, establece un procedimiento para certificar las instalaciones con los requisitos y prescripciones del Reglamento Técnico, de carácter obligatorio, que tiene una validez de dos años para las instalaciones hospitalarias y diez años para las demás, enmarcando dentro del RETIE las instalaciones industriales, comerciales, oficiales y multifamiliares. También establece un régimen sancionatorio para aquellas instalaciones y profesionales que no cumplan con lo allí establecido. El RETIE está orientado hacia los aspectos de seguridad e integridad física de las personas, seres vivos y el medio ambiente, literalmente: “El objeto fundamental de este Reglamento es establecer medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y de la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico.”

4.3.1 Carácter de obligatoriedad del Reglamento

El RETIE es un instrumento técnico-legal de OBLIGATORIO cumplimiento que pretende garantizar que las instalaciones, equipos y productos empleados en el proceso de generación, transmisión y utilización de la energía eléctrica cumplan con los objetivos legítimos:

- Protección de la salud y la vida humana.
- Protección de la vida animal y vegetal.
- Preservación del medio ambiente.
- Prevención de prácticas que puedan inducir en error al usuario. Y con los objetivos específicos del reglamento.

4.3.2 Implicaciones jurídicas. Sanciones

Las infracciones a los requisitos y prescripciones establecidos en el RETIE, se sancionarán de acuerdo con lo establecido por la legislación colombiana, especialmente por lo establecido en las leyes 143 de 1994, 51 de 1986 y 19 de 1990. De acuerdo con el ámbito de su respectiva intervención pueden estar incursos:

- El diseñador del Proyecto.
- El funcionario que autorice la licencia de construcción.
- El constructor.
- El fabricante, distribuidor o proveedor del producto.
- El técnico o instalador, o quien certificó el cumplimiento de las condiciones técnicas y reglamentarias para la puesta en servicio.
- El encargado del mantenimiento
- La entidad que efectúa las inspecciones periódicas.
- El operador de red que aprobó el servicio.
- El usuario del servicio.

4.4 NORMA TÉCNICA NTC 2050

La Norma Técnica NTC 2050 o Código Eléctrico Colombiano, ha sido de obligatorio cumplimiento durante cerca de 20 años y son varias las normas legales, reglamentarias que dan a entender esa obligatoriedad, el RETIE hace expresa la obligatoriedad de cumplir la NTC 2050. La NTC 2050 se encuentra basada en una traducción de la norma Americana, debido a esto hace referencias a instalaciones eléctricas en estructuras que no son utilizadas comúnmente en Colombia.

4.4.1 Localización del tablero de distribución

Para la localización del tablero de distribución se deben considerar entre otros los siguientes aspectos:

- La localización de las cargas de mayor consumo.
- La distancia entre el sitio propuesto para la localización del tablero y el punto de entrada del alimentador en el interior de la vivienda.
- La posibilidad de implementar las diversas aplicaciones de la domótica o automatización casera existentes hoy en día y las que se puedan implementar en el futuro.
- La posibilidad de implementar sistemas automáticos de control de la iluminación.
- La necesidad de tener acceso directo y oportuno a los diversos interruptores, tanto para labores de mantenimiento como para cortes de emergencia de la electricidad.

En cuanto a la distancia al punto de entrada del alimentador, algunas versiones del NEC han recomendado que dicha distancia no sobrepase los 6 metros. El acceso directo a los interruptores para situaciones de emergencia y la posibilidad de implementar aplicaciones de domótica y control automático de la iluminación implican la localización del tablero cerca al acceso principal a la vivienda. En la práctica tradicional en nuestro medio, seguramente considerando únicamente la ubicación de las cargas de mayor consumo, se ha popularizado la localización del tablero de distribución en el área de la cocina. En todo caso, una localización adecuada, debe consultar y considerar todos los aspectos descritos.

4.4.2 Localización de salidas

Las salidas a proyectar en la instalación residencial se clasifican en salidas de alumbrado y salidas de toma corrientes. Para definir el número mínimo y la localización de las salidas se debe tener en cuenta la Parte C. de la misma Sección 210 de la NTC 2050, así:

- Salidas de iluminación
- Salidas de tomacorrientes
- Pequeños artefactos:
- Mostradores:
- Baños:
- Salidas en exteriores
- Zonas de lavandería
- Sótanos y garajes:

4.4.3 ¿Qué es una canaleta y cuantos tipos hay?

Las canaletas son tubos metálicos o plásticos que conectados de forma correcta proporcionan al cable una mayor protección en contra de interferencias electromagnéticas originadas por los diferentes motores eléctricos.

Para que las canaletas protejan a los cables de dichas perturbaciones es indispensable la óptima instalación y la conexión perfecta en sus extremos.

- Canaletas tipo escaleras
- Tipo Cerrada:
- Tipos Especiales
- Canaletas plásticas
- Canal salva cables

4.5 TIPOS DE TUBERÍA

4.5.1 Cobre

Estas comenzaron a ser utilizadas a principio del siglo XX pero sólo llegaron a ser altamente masivamente a mitad del siglo. Generalmente son usados para suministrar agua en hogares y edificios destinados a fines comerciales. También pueden ser usadas como cañerías subterráneas en veredas y calles bajas, en este caso los caños siempre estarán protegidos según lo que sea necesario. Algunas investigaciones recientes han permitido descubrir que este tipo de tuberías es apto para la supervivencia de ciertos gusanos o la formación de minerales, por lo cual no son convenientes como tuberías de agua potable si no se toman los recaudos requeridos.

4.5.2 Acero

Este material no resulta económico ya que deviene muy pesado y además permite que haya acumulación de minerales que terminan tapando la tubería. Es generalmente utilizado en edificios destinados a la vivienda o al comercio, hoteles y en las tuberías utilizadas en los dispositivos contra incendios. Estos conductos pueden ser utilizados durante mucho tiempo ya que son muy resistentes.

Según el entorno donde seas utilizados:

En el ámbito de las industrias puede ser utilizado para transportar energía, en este caso serán transportados grandes masas de agua o vapor. Además puede transportar sustancias petroquímicas

En el ámbito del hogar puede ser utilizado como desagüe, donde normalmente se drena agua ya utilizada. También se puede usar para el transporte de agua destinada al consumo, es común hallar tuberías de este tipo hechas de acero, cobre y plástico. Por otro lado es utilizado para el transporte de gas, usualmente están hecha de acero o cobre.

En cuanto a las tuberías orientadas a la calefacción antes solían ser de cobre, pero hoy en día comienzan a ser hechas de hierro.

4.5.3 Tuberías y accesorios

4.5.3.1 Tubería

Los tubos de hierro fundido cumplirán los requisitos de las especificaciones AWWA C 106 para las presiones de trabajo de 10.6 Kg/cm² o las normas internacionales ISO de la clase A y siempre serán construidas por el sistema de vaciado centrifugado en moldes de metal.

4.5.3.2 Accesorios

Para tuberías que cumplan la norma americana, los accesorios cumplirán los requisitos de las especificaciones AWWA C 110, en cuanto hace referencia al rotulado. Para tuberías que cumplan la norma internacional los accesorios deben cumplir las especificaciones ISO.

4.5.3.3 Revestimiento

El mortero para el revestimiento interior acatará los requisitos de las especificaciones AWWA C 104 o la especificación internacional según el caso y cuando la tubería lo requiera.

4.5.3.4 Uniones

La unión campana y espigo puede ser sellada con anillos de caucho o con materiales de vaciado.

Estos últimos sólo se emplearán para redes de distribución, en los cuales las presiones de trabajo sean inferiores a 150 psi.

Estos materiales son: el plomo, aleaciones de plomo que ofrezcan resistencia al empuje del agua. Antes de vaciar estos materiales es necesario colocar en el espigo, yute o estopa alquitranada apropiadas que no afecten el agua potable.

El valor de las cantidades de plomo y yute necesarias para accesorios se considerará incluido en el precio cotizado para su colocación. Pueden usarse también uniones que combinen bridas y empaques de caucho, rosca y empaque de caucho; en lo posible usar uniones de tipo mecánico (Gibault o similares).

4.5.3.5 Protección

Los materiales de hierro fundido no exigen generalmente protección adicional exterior. En casos de suelos de características muy especiales se estudiará la necesidad de ella.

Para este material se debe tener en cuenta lo siguiente:

Tuberías. Cumplirán la norma AWWA C-200 de lámina de acero con soldadura eléctrica en espiral o longitudinal o para tubería sin costura.

El acero cumplirá las especificaciones de la ASTM.

El espesor de la lámina se calculará con base en acero grado C de las especificaciones ASTM A 283.

El espesor mínimo admisible en redes de distribución es ASTM A 283 de 1/4" y las costuras no pueden ser transversales. Se pueden usar otras clases de acero indicando las especificaciones. Las uniones pueden ser de extremo liso para soldar o de campana y espigo de tipo mecánico con empaque de caucho.

En las uniones de campana y espigo se utilizará el empaque de caucho, en casos especiales en redes de distribución para presiones de trabajo inferiores a 150 PSI, se usará el plomo como material de vaciado para sellar la unión.

El empaque de caucho cumplirá la especificación AWWA C-111.

Las bridas para tuberías o accesorios de acero seguirán las especificaciones AWWA C-207, ANSI B16.5 o las especificaciones para acoplar el accesorio.

Para uniones mecánicas se aplicarán las normas especiales para máximas deflexiones, radios de curvas y desviaciones del tubo equivalente a varios grados de deflexión. Las uniones con soldadura sólo se permiten en casos especiales y únicamente con soldadura de arco.

4.5.4 Tuberías de fundición

Atendiendo a la velocidad de enfriamiento del arrabio obtenido en el alto horno de segunda fusión, se obtienen dos tipos de fundición con un contenido del 2,5 al 4 % de carbono, fundición blanca y gris, colores respectivos que presentan sus fracturas.

Los enfriamientos lentos favorecen la formación de fundición gris por el contenido de grafito que presenta en su estructura microscópica laminillas de espesor muy pequeño, por el contrario enfriamientos rápidos favorecen la formación de fundiciones blancas.

Las fundiciones blancas son muy duras pero frágiles, no son adecuadas en la fabricación de tuberías.

Las fundiciones grises, por la estructura laminar del grafito, figura 2.1 presenta frecuentemente fisuras, aunque resistentes a la corrosión en terrenos pocos agresivos y

soportan muy bien los efectos de la abrasión, por la presencia del grafito laminar, que es el responsable del tipo de fisuras.

4.5.5 Tuberías de acero

En las aleaciones hierro-carbono, los productos que presentan un contenido de carbono inferior al 1,7 % se denomina acero.

Las tuberías de acero pueden ser fabricadas sin soldadura por laminación, o bien por soldadura longitudinal o en espiral.

Los tubos fabricados por soldadura, se clasifican en tres grupos

A. Espesores 2,5-6 mm., presiones 60-25 Kp/cm².

B. Espesores 2,75-7 mm., presiones 67,5-30 Kp/cm².

C. Espesores 3-8 mm., presiones 75-35 Kp/cm².

Los diámetros nominales son: 25, 40, 60, 80,100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 450, 500.

Las ventajas de la tubería de acero son un coste discreto, baja fragilidad. También es muy resistente a presiones internas, aunque menos que las de fundición dúctil, la corrosión con el empleo de pinturas ha sido superada.

La desventaja más importante es que dispone de una baja rigidez haciéndola vulnerable a aplastamientos.

4.5.6 Tubo (CONDUIT) no metálico rígido

Se fabrica en diversos materiales como fibra, fibrocemento, cloruro de polivinilo rígido (PVC) y polietileno reticulado, entre otros.

4.5.7 Tubería eléctrica plegable no metálica

Se usa en edificios que no superen los tres pisos de altura y no se debe de usar en diámetros comerciales inferiores a ½ pulgada, debe de estar rotulada cada 3 metros como mínimo.

4.5.8 Tubería CONDUIT subterránea no metálica con conductores

Se permite solamente el uso de esta tubería en instalaciones directamente enterradas y no debe de usarse en el interior de edificaciones, además se permite el uso de esta tubería en todas las condiciones atmosféricas y ocupaciones.

4.5.9 Tubo CONDUIT metálico rígido NTC 171

Se permite el uso de esta tubería en todas las condiciones atmosféricas y ocupaciones solo si la tubería y sus accesorios están protegidos por esmaltes anticorrosivos y evitar al máximo el contacto con otros metales.

4.5.10 Tubo CONDUIT rígido no metálico

Se permite el uso de esta tubería en lugares ocultos como paredes, pisos y techos y en lugares mojados.

4.5.11 Tubería eléctrica metálica NTC 105 (tipo EMT)

Se permite el uso de esta tubería en todas las condiciones atmosféricas y ocupaciones siempre y cuando la tubería y accesorios estén protegidos por esmaltes contra la corrosión además se permite la instalación de tuberías eléctricas, codos, acoplamiento y accesorios de metales ferrosos o no ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas expuestas a ambientes corrosivos graves.

4.5.12 Tubería metálica flexible

Se permite su uso en lugares secos, ocultos y en lugares accesibles.

4.5.13 Tubo CONDUIT de metal flexible

Se permite su uso en lugares expuestos y ocultos. No se permite su uso en lugares mojados, huecos de ascensores, cuartos de baterías.

Tabla 1. Número máximo de conductores tubería CONDUIT

Tuberías para cables eléctricos

TABLA N°3 B
MAXIMO NUMERO DE CONDUCTORES EN TUBERIA CONDUIT

Tamaño del Conduit (pulgadas)	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	3 1/2"	4"	4 1/2"	5"	6"
LETRA TIPO																	
THWN,	14	13	24	29	39	69	94	154	164	160	106	136					
THHN, FEP (14 hasta 2)	4	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	125	154				
FEPB (14 hasta 8)	3	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137			
PFA (14 hasta 40)	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	51	64	80	116			
PFAH (14 hasta 40)	1	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97			
Z (14 hasta 40)	0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	33	42	61			
XHHW (4 hasta 90 KCM)	00	1	1	1	2	3	6	8	13	17	22	28	35	51			
	0000	1	1	1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42		
	00000	1	1	1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35		
	250				1	1	1	3	4	7	10	12	16	20	28		
	300				1	1	1	3	4	6	8	11	13	17	24		
	350				1	1	1	2	3	5	7	9	12	15	21		
	400				1	1	1	1	3	5	6	8	10	13	19		
	500				1	1	1	1	2	4	5	7	9	11	16		
	600				1	1	1	1	3	4	5	7	9	13			
	700				1	1	1	1	3	4	5	6	8	11			
	750				1	1	1	1	2	3	4	6	7	11			
XHHW	6	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81	102	128	185			
	600				1	1	1	1	3	4	5	7	9	13			
	700				1	1	1	1	3	4	5	6	7	11			
	750				1	1	1	1	2	3	4	6	7	10			

Fuente: Disponible en: <http://www.slideshare.net/apertura/instalaciones-electricas-eficientes> [Consultado el 10 de Febrero de 2013].

Tabla 2. Número máximo de conductores tubería CONDUIT

Tuberías para cables eléctricos

TABLA N° 3C
MAXIMO NUMERO DE CONDUCTORES EN TUBERIA CONDUIT

Tamaño del Conduit (pulgadas)	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	6
LETRA TIPO													
Tamaño del conductor													
14	3	6	10	18	25	41	58	99	121	155			
12	3	5	9	15	21	35	50	77	103	132			
10	2	4	7	13	18	29	41	64	86	110	138		
8	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137
6	1	1	2	5	6	11	15	24	32	41	51	64	93
4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	39	50	72
3	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	35	44	63
2	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24	31	38	56
1	1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42	
0		1	1	1	2	4	6	9	12	16	20	25	37
00		1	1	1	3	5	8	11	14	18	22	28	42
000		1	1	1	3	4	7	9	12	15	19	25	38
0000		1	1	1	3	4	6	8	10	13	17	24	
250				1	1	1	3	5	6	8	11	13	19
300				1	1	1	3	4	5	7	9	11	17
350				1	1	1	2	4	5	6	8	10	15
400				1	1	1	1	3	4	6	7	9	14
500			1	1	1	1	1	3	4	5	6	8	11
600			1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	9
700			1	1	1	1	1	1	3	3	4	6	8
750			1	1	1	1	1	1	3	3	4	5	8

Fuente: Disponible en: <http://www.slideshare.net/apertura/instalaciones-electricas-eficientes> [Consultado el 10 de Febrero de 2013].

Tabla 3. Diámetros tubería CONDUIT

NORMAL

Diámetro Nominal mm	Diámetro exterior mm
13	17.9
19	23.4
25	29.5
32	38.1
38	44.2
50	56.1

Fuente: Disponible en: <http://www.slideshare.net/apertura/instalaciones-electricas-eficientes> [Consultado el 15 de Febrero de 2013].

Tabla 4. Diámetros tubería CONDUIT

PESADO

Diámetro Nominal mm	Diámetro exterior mm
13	21.3
19	26.7
25	33.4
32	42.2
38	48.3
50	60.3
60	73.3

Fuente: Disponible en: <http://www.slideshare.net/apertura/instalaciones-electricas-eficientes> [Consultado el 15 de Febrero de 2013].

Siendo la tubería a utilizar para el tratamiento del problema de investigación expuesto en el trabajo a realizar en el taller de electricidad 101 del bloque 4C CONDUIT metálica, ya que para el buen desarrollo del mismo se necesita un elemento que cumpla con las expectativas y normas actuales gracias a sus características técnicas, físicas y mecánicas.

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de investigación a utilizar en la instalación de tubería en taller 101 del bloque 4C será de tipo investigativa de campo, ya que al realizar una inspección visual al cableado de taller en cuestión, según las normas RETIE y NTC 2050 las cuales rigen a los trabajadores, instituciones y empresas Colombianas del sector eléctrico respecto al tipo de trabajos permitidos, las posibles soluciones, materiales, elementos a utilizar y todo lo relacionado con electricidad, se observa que éste, debe de ser reorganizado de otra forma, ya que los cables se encuentran unos encima de otros y tanto las distancias de agarre como la distancia entre ellos según las cargas que transportan deben de ser diferentes.

5.2 MÉTODO

Deductivo, por que a través de este método se va a demostrar una idea que surge de una necesidad y luego será aplicada mediante el suministro de tubería tipo CONDUIT a la INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO en el taller de electricidad 101 del bloque 4C la instalación de la misma .

5.3 POBLACIÓN

Se realizara la instalación del sistema de transporte de cables eléctricos para la correcta implementación del sistema eléctrico según las normas RETIE y NTC 2050 por personal capacitado en materiales eléctricos, sistemas de potencia, instalaciones eléctricas industriales, el cual será controlado y supervisado por tecnólogos laboratoristas de la IUPB, ingenieros y profesionales relacionados al ámbito técnico.

5.3.1 Fuentes primarias

La información necesaria para el desarrollo de este proyecto se obtuvo mediante el análisis de las instalaciones actuales, su estado, funciónabilidad y correcta aplicación de las normas vigentes Colombianas que rigen el sector eléctrico.

5.3.2 Fuentes secundarias

Manuales, libros, internet y proveedores, de donde se extrajo la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

5.4 TÉCNICAS DE MEDICIÓN

Para la toma de datos se utilizaron equipos y herramientas especiales tales como el multímetro, flexómetros, calibrador Vernier, entre otros, escalera, taladro, martillo y llaves de diferentes tamaños.

5.5 PROCEDIMIENTO

Recopilación de la información, asesorías técnicas, informes de avance, reuniones de equipo, elaboración del informe final y entrega del anteproyecto y posteriormente el proyecto de grado.

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

Inicialmente se realizan varias cotizaciones buscando la mejor calidad al mejor precio; se logra ubicar en la Carrera 52 (Carabobo) con número 53-91 la empresa ELECTROSERVIMOS S.A., la cual nos brinda y cumple con todos los requerimientos y exigencias requeridas.

La ejecución y el montaje de todos los elementos comenzó con la organización del lugar, teniendo muy en cuenta todos los elementos de seguridad que debíamos de portar. Previamente un día antes del montaje, la empresa ELECTROSERVIMOS descarga en la portería ubicada en parte superior, sector PILARICA, los siguientes materiales:

Cantidad y elemento	Referencia
- 16 tubos EMT 2 “	TMT 2

Figura 2. Tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 15 uniones metálicas EMT 2 “

UMT 2

Figura 3. Uniones Metálicas para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 13 entradas a caja EMT metálicas 2 “

EMT 2

Figura 4. Entradas para caja tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 5 cajas de empalmes Tercol 13x13

CE 138 TE

Figura 5. Caja de empalme TERCOL para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013

- 3 curvas metálicas de 2 "

CMT 2

Figura 6. Curva metálica para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 11 grapas galvanizadas de 2 "

GR 22

Figura 7. Grapa galvanizada sencilla para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 10 grapas galvanizadas doble ojo de 2 "

GR 212

Figura 8. Grapa Galvanizada doble para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 2 conduletas LR de 2 "

C2 LR 91

Figura 9. Conduleta para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 1 soporte de abrazadera metálico ajustable SA 2G

Figura 10. Soporte de abrazadera metálica ajustable para tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- 1 Cinta aislante naranja

CCJG

Figura 11. Cinta aislante naranja en tubería EMT.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

- Tornillo de ensamble 1"1/4x8

Se realiza la revisión de todo el material y la verificación de todos los elementos que conforman la compra y se procede a realizar el ingreso a las instalaciones de la INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO y se dejan ubicados dentro del laboratorio de máquinas eléctricas DC bajo la supervisión de uno de los monitores laboratoristas de la institución.

Figura 12. Laboratorio de máquinas 1 bloque 4D aula 101.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Las labores de implementación comenzaron el sábado 23 de febrero a las 06:00 am con la organización del lugar y disposición de la herramienta, tales como taladro de 600 W percutor, juego de destornilladores pala y estrella, escalera plegable, extensiones eléctricas, martillos, cincel, juegos de brocas láminas y muros 3/16, entre otras. En la figura 13 se puede observar el inicio de la instalación de la tubería.

Figura 13 Instalación tubería.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Se inicia entonces con la perforación de cajas para acoplar las entradas como lo indica la figura 14, para luego instalar el tubo MT en esta, comenzando inicialmente el montaje en la cuarta vigueta de madera con el primer tramo de tubería, en dirección al buitrón, el cual se encuentra ubicado en dirección oriental al punto de inicio dentro del taller de maquinas 1 del bloque 4D aula 101, el cual se puede observar en la figura 15.

Figura 14. Instalación de cajas.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Figura 15. Buitrón taller de máquinas eléctricas DC.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Terminada la instalación desde la caja de empalme mostrada en la figura 15, se procede a realizar la instalación de la tubería hacia el costado occidental partiendo desde la caja de empalme hacia el taller de máquinas 1 del bloque 4C aula 101 observado en la siguiente figura 16.

Figura 16. Taller de máquinas 1 bloque 4C aula 101.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

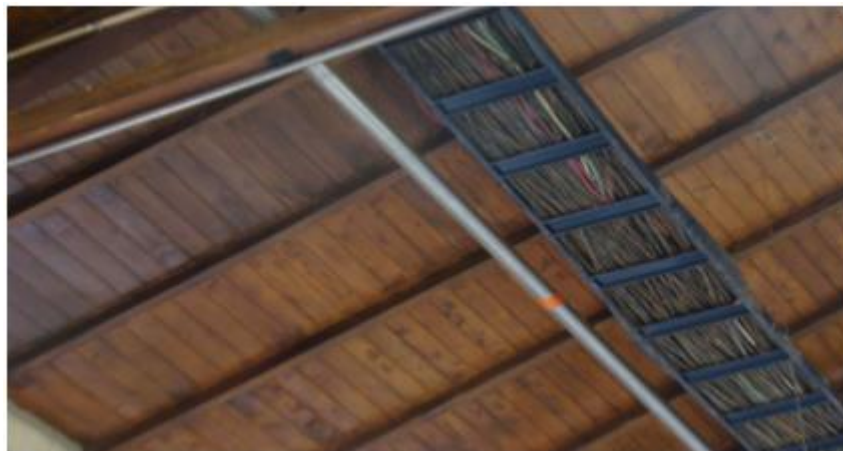
Para la unión de los diferentes tramos de tubería EMT se procede a utilizar los diferentes tipos de acoples y elementos adquiridos inicialmente en la empresa ELECTRO SERVIMOS como se puede observar en las fotografías de las figuras 17 y 18.

Figura 17. Instalación de elementos varios para unión de tubería.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Figura 18. Instalación de elementos varios para unión de tubería.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

El día domingo 24 de febrero se termina toda la instalación de los elementos con una caja de paso instalada en el taller de maquinas 1 bloque 4C aula 101. En las figura 19, 20 y 21 se puede observar el tramo final de instalación.

Figura 19. Instalación final de tubería.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Figura 20. Instalación final de tubería.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Figura 21. Instalación final de tubería.



Fuente: Fotografía tomada en la Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.

Para toda la instalación sobre las viguetas de madera fue necesario utilizar abrazaderas doble ojo y sencillas, con el fin de sujetar todos los tramos de tubería a estas por medio de los tornillos de ensamble descritos anteriormente.

7. CONCLUSIONES

- La electricidad es de gran importancia, los avances en la tecnología, medios de comunicación, distractores, educación, industria, comercio, salud, transporte, etc, hacen que sea la electricidad un motor que cada día impulsa a nuevos progresos en la humanidad. Es por eso que hoy la electricidad nos ayuda a la evolución día a día de nuestro mundo.
- Este trabajo pretende ser un acercamiento global al diseño y control de las instalaciones para hacer ver la importancia de su integración en el proceso proyectual y de ejecución de un edificio, ya que hacerlo de manera separada es comprender erróneamente el proceso edificatorio.
- La información técnica que se proporciona con este trabajo adquiere utilidad y beneficios tangibles, ya que las cuestiones eléctricas en el entorno en el que la Institución Universitaria Pascual Bravo deben estar reglamentadas por las normas vigentes.
- Se brinda un servicio más competitivo ante otras entidades ya que al estar regidos por las normas RETIE y NTC 2050 se cumplen con los altos estándares de calidad que brinda la institución

8. RECOMENDACIONES

- Se debe de brindar al personal que labora al interior de la Institución Universitaria Pascual Bravo la formación necesaria en las reglamentaciones legales vigentes, para poder aprovechar todo el conocimiento que esto genera y así contribuir con todas las mejoras que sean posibles y necesarias para poder continuar siendo una institución de educación superior reconocida internacionalmente por sus altos estándares de calidad tanto físicamente como humanamente.
- La tubería instalada en la Institución Universitaria Pascual Bravo está disponible para cualquier proyecto futuro de cableado, puesto que la instalación de la tubería brinda la posibilidad de cablear al interior de la institución y poner en práctica la habilidad de otros estudiantes.
- Queda sujeto a disposición del jefe del departamento de Eléctrica las obras o labores a seguir luego de la instalación realizada por el personal que realizo este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

[1] OSPINA, LONDOÑO. Jorge. Los partidos políticos en Colombia. Bogotá, 13 de junio de 1938

[2] Archivo Histórico de Antioquia. Informes del Director de la Escuela de Artes y Oficios al Director de Educación Pública y al Rector de la Universidad de Antioquia en los años (1936-1939)

[3] MONROY, HOLGUIN Mérida. Tesis de grado Pascual Bravo (1935-1965)

[4] Plan de Desarrollo (Tecnológico Pascual Bravo)

[5] Tal y Pascual y vainas. 20 años de las carreras tecnológicas. (El periódico El Colombiano 1988)

[6] Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050.

[7] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

Cibergrafia

[1]Fuente:

<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Grupo%20de%20Participacion%20Ciudadana/PresentacionI SimposioVII.pdf>

Tomada el 28 de Enero de 2013. 06:50am.

[2] Fuente: <http://limexc.com/tienda/pages2.php?page=cableadosubterraneo>

Tomada el 28 de Enero de 2013. 10:30am.

[3] Fuente: http://pvcdemonterrey.com/?page_id=129

Tomada el 28 de Enero de 2013. 10:30am.

[4] Fuente: <http://es.scribd.com/doc/14205685/Norma-RETIE>

Tomada el 30 de Enero de 2013. 11:27am.

[5]Fuente: <http://redesinformaticassena.blogspot.com/2009/10/que-es-una-canaleta-y-cuantos-tipos-hay.html>

Tomada el 30 de Enero de 2013. 12:00m.

[6]Fuente:

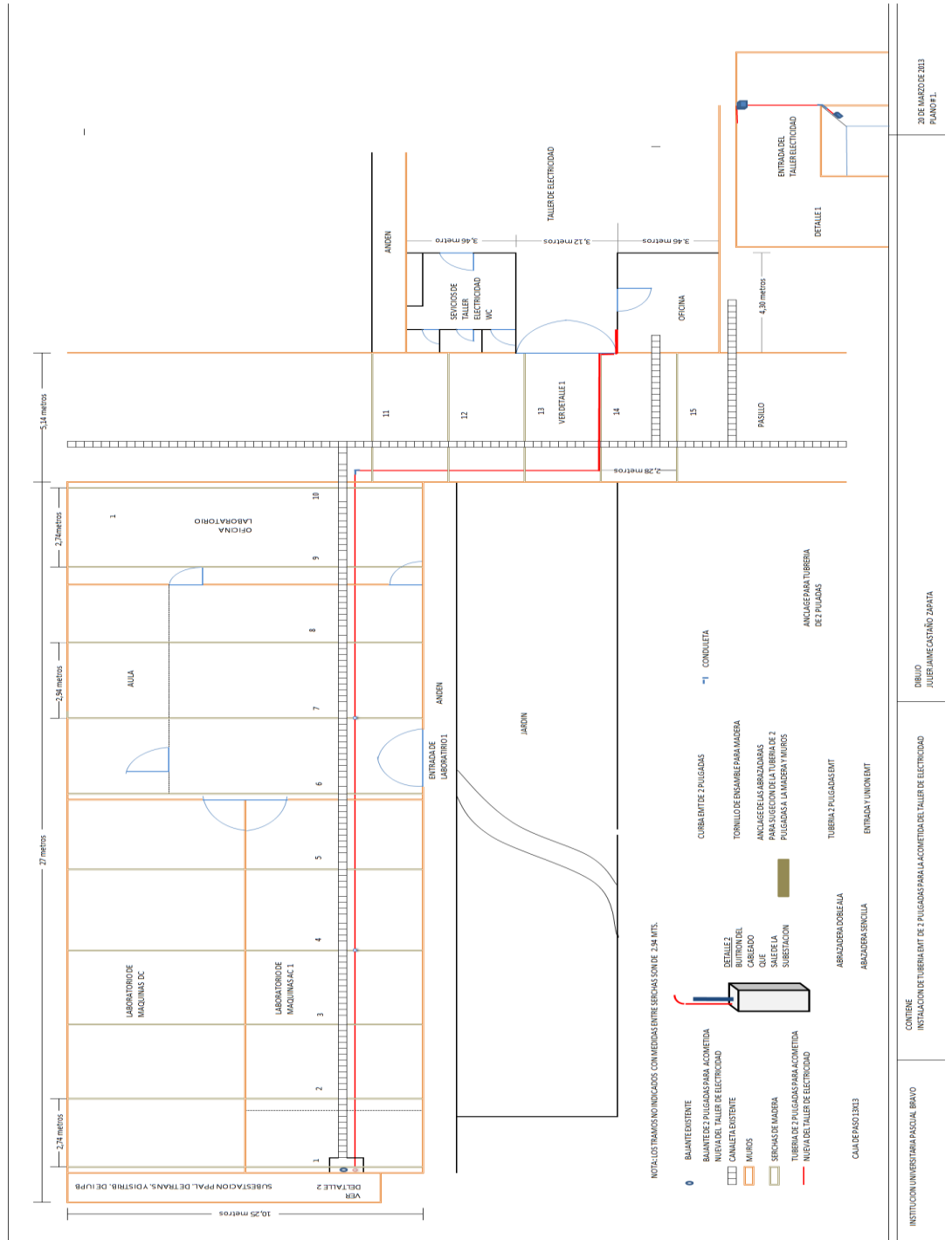
<http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/redes/modulos/Libros/unidad%202/tuberias.PDF>

Tomada el 21 de Febrero de 2013. 5:24pm.

[7]Fuente: <http://www.slideshare.net/apertura/instalaciones-electricas-eficientes>

Tomada el 21 de Febrero de 2013. 05:43pm.

Anexo 1. Diseño plano eléctrico de conexiones en los laboratorios de la IUPB.



Fuente: Diseño plano eléctrico Institución Universitaria Pascual Bravo por Alexander Rojo, 23 de Febrero de 2013.