



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“LA TOPOGRAFÍA, CIMIENTO INDISPENSABLE
DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO TOPÓGRAFO Y GEODESTA

PRESENTA

SERGIO FEDERICO GAYTÁN SÁNCHEZ



DIRECTOR DE TESIS
ING. BENITO GÓMEZ DAZA

MÉXICO D.F

2013



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/112/11

Señor
SERGIO FEDERICO GAYTÁN SÁNCHEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. JOSÉ BENITO GÓMEZ DAZA, que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

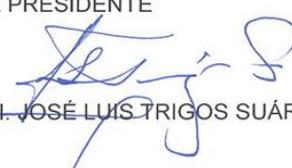
"LA TOPOGRAFÍA, CIMIENTO INDISPENSABLE EN LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE"

- INTRODUCCIÓN
- I. LEVANTAMIENTOS PLANIMÉTRICOS
- II. LEVANTAMIENTOS ALTIMÉTRICOS
- III. DETERMINACIÓN DE ÁREAS
- IV. LEVANTAMIENTOS PARA CONSTRUCCIONES
- V. PROYECTO ARQUITECTÓNICO (TORRE EFIZIA)
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 29 de noviembre del 2011.
EL PRESIDENTE


M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JTS/MTH*gar.

Agradecimientos:

A mi Esposa: Por qué siempre ha estado a mi lado apoyándome en los momentos buenos y malos, a su comprensión y estímulo en cada momento para poder cerrar este ciclo de mi vida, gracias Gin

A mi Hijo: Por la fuerza que me da en todo momento para poder ser un ejemplo en su vida.

A mis padres: Por qué siempre me dieron un gran ejemplo de vida y me apoyaron en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, esperando que este sea un gran regalo a todos los esfuerzos que hicieron.

A mis Hermanos: Gerardo y Livia por haberme apoyado siempre.

Al Ingeniero Benito Gómez Daza por la dirección de mi tesis por su ayuda sincera sus consejos y aportaciones.

Al Ingeniero Adolfo Reyes Pizano por la formación que nos dio a muchos y por haberme guiado por el camino de la honestidad y la ética.

Al Ingeniero José Luis Higuera por haberme enseñado la sencillez y la bondad de la carrera.

Al Ingeniera Patricia Gutiérrez Arredondo por aceptar ser mi sinodal y por la colaboración y disposición para realizar este trabajo.

Al Ingeniero Fernando Jaime Enríquez por la agudeza de sus conocimientos y por haber colaborado para poder titularme.

Al Arquitecto Juan Carlos Baumgartner y a Space Internacional por haberme proporcionado las facilidades para obtener la información para elaborar esta tesis.

Al Ingeniero Víctor Robles Almeraya que en paz descanse, por su amistad, por su guía siempre incondicional, por su ejemplo, y por tantas anécdotas contadas a lo largo de mucho tiempo, misión cumplida gracias Ing.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme dado la oportunidad de ser parte de ella, a mi Facultad de Ingeniería por la formación que obtuve a lo largo de cada aula en la que estuve.

CONTENIDO	PÁGINA
INTRODUCCIÓN:	1
ATECEDENTES:	3
OBJETIVO:	4
1.- LEVANTAMIENTOS PLANIMETRICOS	5
1.1 Tipos de levantamientos	5
1.2 Levantamientos con longímetro	7
1.3 Levantamientos con equipo electrónico	15
1.4 Regla de la brújula	21
1.5 Regla del tránsito	23
2.-LEVANTAMIENTOS ALTIMETRICOS	24
2.1 Definiciones básicas	24
2.2 Métodos para determinación de elevaciones	25
2.3 Equipo para nivelación	26
2.4 Nivelación diferencial	30
2.5 Nivelación barométrica	34
2.6 Nivelación trigonométrica	38
3.- DETERMINACIÓN DE ÁREAS	40
3.1 Áreas por división en triángulos	40
3.2 Área mediante el método de coordenadas	41
3.3 Área mediante el método de coordenadas alternativo	42
3.4 Área mediante el método de doble distancias meridianas	43
3.5 Área de figuras irregulares	45
4.- LEVANTAMIENTOS PARA CONSTRUCCIONES	46
4.1 Levantamientos preliminares	46
4.2 Puntos de referencia para la construcción	48
4.3 Trazos y sistemas de coordenadas	53
4.4 Normas para trazar una construcción	60
4.5 Trazos para la construcción de edificios	62
4.6 Excavación de zanjas y tendido de tuberías	69
4.7 Levantamiento de la obra terminada	77
5.- PROYECTO ARQUITECTONICO (TORRE EFIZIA)	78
5.1 Levantamiento topográfico	78
5.2 Proyecto Arquitectónico	83
5.3 Certificación Leed	91
5.4 Memoria descriptiva	106
Conclusiones	109
Bibliografía	110
Apéndice	111

INTRODUCCIÓN:

La topografía hoy en día se encuentra inmersa en un gran desarrollo tecnológico, el cual avanza a una velocidad vertiginosa haciendo que la práctica de la topografía de campo y oficina seán más exactas y se realicen en un menor tiempo. Los nuevos instrumentos como el GPS (Sistema de posicionamiento global) Estaciones totales, Niveles digitales con dispositivos de alineación mediante uso de rayo láser y los recolectores de datos de escaneo digital en tres dimensiones sin olvidar el desarrollo de hardware y software han revolucionado indudablemente esta ciencia.

Por lo que la Topografía se convierte en la disciplina indispensable para ser el cimiento de toda obra de ingeniería que se pretenda proyectar sobre la superficie terrestre, brindando así la certidumbre a arquitectos, ingenieros, constructores etc.

Al conocer con exactitud la forma de la superficie terrestre y sobre todo lo que existe sobre esta, se podrán proyectar y planificar las obras para brindar a los usuarios finales un producto que satisfaga sus necesidades.

Toda obra de ingeniería de hoy debe de contemplar el impacto al ambiente y tratar que sea mínimo, pues entonces deberá siempre implementar con las autoridades correspondientes procedimientos para resarcir aquellos daños que no se puedan solventar mediante técnicas de diseño de la misma obra, y precisamente la topografía puede ayudar a este aspecto fundamental, ya que al tener en un plano las características exactas del terreno se podrán cuantificar y simplificar dichos impactos ambientales .

Uno de los desarrollos más recientes y muy significativo es el de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ya que este sistema nos permite almacenar, integrar, manipular, analizar y desplegar virtualmente cualquier tipo de información acerca de nuestro medio.

Técnicamente la topografía se ha definido según su raíz etimológica *topos*, "lugar", y *grafos*, "descripción"), como la ciencia que estudia los procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra considerando a esta como plana.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de los puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama comúnmente en México levantamiento. La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía.

Los levantamientos planimétricos son el conjunto de procedimientos que se deben de tomar en cuenta para realizar desde el más simple de los levantamientos hasta el más sofisticado así como la manera de realizarlos paso a paso, de tal manera que la planimetría pueda ser representada en un plano y que este pueda ser leída por las diferentes ramas de la ingeniería o por cualquier persona que solicite información para la elaboración de cualquier tipo de proyecto productivo o informativo.

Los levantamientos altimétricos nos ayudaran a complementar la información de la planimetría, ya que esta nos definirá las alturas del terreno la cual podrá ser arbitraria o referida al nivel medio del mar, esto dependerá del tipo de proyecto solicitado.

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

La determinación de áreas es en la mayoría de los casos el motivo principal cuando se solicita la elaboración de los planos topográficos ya que nos podrá ayudar a cuantificar la superficie de un terreno o de un espacio para renta, y cuando esta cuantificación involucra planimetría y altimetría nos da la proporción exacta y sobre todo el costo que tendrá, por ejemplo en el movimiento de tierras cuando se construye una carretera o se excava para construir un edificio.

Los levantamientos para construcciones no son más que los métodos topográficos (planimetría altimetría y obtención de áreas) aplicados a la construcción de edificios, casas, o a cualquier tipo de obra civil en donde cada uno de los métodos nos ayudaran a que la construcción pueda llevarse conforme a proyecto ejecutivo previamente diseñado.

Torre Efizia es un proyecto que obtuvo un premio internacional MIPIM FUTURE PROJECTS AWARDS como uno de los tres mejores Tall buildings del mundo del 2009, en proceso de diseño en Francia cabe mencionar que este edificio aún no se construye, pero se desplantará sobre un terreno de más de 9 mil m² con tres frentes siendo el principal Av. Santa Fe, localizado en una de las mejores ubicaciones corporativas y comerciales de Santa Fe.

Diseñada por el despacho de renombre internacional SPACE, Torre Efizia está planeada para ser uno de los primeros edificios sustentables y de alto desempeño en el país (High Performance Green Building), lo que muy probablemente se convertirá en el nuevo estándar de edificios de oficinas triple A en el país.

Torre Efizia está compuesta en 33 niveles distribuidos por una planta baja, un primer nivel comercial de aproximadamente 4 mil m² y 28 pisos de oficinas de aproximadamente 2 mil m² cada uno, 2 niveles de pent-house uno de ellos con amplia terraza y azotea, contará con 8 niveles de estacionamiento subterráneo con capacidad para 2,400 automóviles. El área total de construcción será de aproximadamente 139,500 m².

La solución estética de la torre busca la esbeltez volumétrica, lograda a través de un juego de diferencias en los paños de las fachadas; todo esto, partiendo de una estricta modulación que genera espacios interiores sumamente eficientes y prácticamente sin desperdicios espaciales. Una de las fachadas principales del edificio cuenta con una segunda piel que funcionará como filtro térmico y de protección solar. Para efectos de protección de asoleamiento máximo por orientación solar.

El proyecto contempla buscar la certificación internacional LEED® Gold (“Líder en Eficiencia Energética y Diseño del medio ambiente Sostenible”) que otorga el U.S. Green Building Council (“USGBC”) a edificios diseñados con los más altos estándares de eficiencia energética, respeto por el medio ambiente y racionalización de los recursos naturales.

El Sistema de Clasificación de Edificios Sostenibles LEED® es un estándar internacional voluntario desarrollado por los miembros del USGBC, que representan cada sector del medio de la construcción. Este estándar está basado en el consenso y en criterios de mercado para desarrollar edificios sostenibles o sustentables de alta eficiencia. En particular, Torre Efizia contará con la certificación LEED – CS (core and shell)

Los beneficios de los edificios LEED – CS son innumerables tanto para la sociedad que los fomenta como para los usuarios finales, quienes tendrán un espacio más saludable para poder desempeñar sus labores de manera eficiente y confortable logrando con ello maximizar su rendimiento. Los puntos clave que se buscan con la certificación son:

- Ahorros energéticos
- Disminución de cargas térmicas de los edificios
- Reducción en consumos de agua, con tratamiento y reutilización

- Reducción de contaminantes (CO²)
- Utilización de material de la región
- Utilización de productos con contenido reciclado
- Materiales rápidamente renovables
- Calidad del ambiente interior
- Captación de agua pluvial, para reutilizarla
- Construcción como Empresa Socialmente Responsable

ANTECEDENTES:

El mercado de renta de espacios de oficina en la Cd. de México ha crecido en forma importante en los últimos años, pasando de una demanda anual de aproximadamente 130 mil m² en el 2001 a más de 280 mil m² de espacios colocados para 2006. Las cifras preliminares de 2007 muestran una demanda total de aproximadamente 200 mil m² y, para los siguientes 3 años, se espera que retome su crecimiento a tasas promedio de 5.5% por año, para llegar al 2010 con una demanda anual de espacios de oficina de aproximadamente 235 mil m².

Los principales corredores de oficinas de la Cd. de México son: Santa Fe, Bosques de las Lomas, Lomas / Palmas, Interlomas, Polanco, Reforma, Insurgentes y Perisur, aunque el proyecto compite más directamente con los 3 primeros, tanto por su ubicación como por la calidad de sus edificios.

Las zonas mejor posicionadas en niveles de ocupación y niveles de renta de espacios de oficina son las que cuentan con ventajas comparativas en ubicación y cercanía a zonas comerciales, de servicios y restaurantes. En este sentido, Santa Fe se ha convertido en uno de los principales puntos de concentración de negocios, habiéndose posicionado como el principal polo de crecimiento habitacional, comercial y corporativo.

La demanda de espacios de oficina por lo que se refiere específicamente en Santa Fe ha crecido en forma importante en los últimos 7 años, pasando de 20 mil m² en el 2001 a un máximo de aproximadamente 75 mil m² en 2005. A pesar de ser el corredor más reciente, Santa Fe ya representa el 20% de participación de m² colocados en la zona poniente, superando a los corredores de Lomas / Palmas (17%) y Bosques de las Lomas (10%). Para 2006 y 2007 el mercado se consolidó en los 60 mil m² anuales y se espera que retome su crecimiento a tasas promedio de 5.3% por año durante los siguientes 3 años, para llegar al 2010 a una demanda anual de aproximadamente 70 mil m².

Por el lado de la oferta, se observa que la disponibilidad de espacios de oficina se ha reducido sustancialmente en los últimos 2 años. Santa Fe y Bosques de las Lomas son los corredores con mejor índice de ocupación (alrededor del 90%), con precios de renta promedio actual es de \$ 22 dólares / m².

Actualmente, la disponibilidad de espacios en Santa Fe es de aproximadamente 50 mil m², aunque los edificios corporativos de mayor calidad presentan niveles de ocupación por encima del 95% y precios de renta superiores al promedio del mercado (\$ 25 dólares / m²). Estos edificios son los que ofrecen áreas funcionales y están bien diseñados, con una mezcla de servicios y amenidades atractivas.

Para los próximos años se espera la entrada de nuevos corporativos a la zona, que sumarán alrededor de 200,000 m² de espacio de oficinas disponibles, por lo que se estima que los precios se mantengan en niveles promedio de \$ 25 dólares/m². (Prácticamente el efecto inflacionario de la renta actual).

OBJETIVO DE LA TESIS:

Este documento tiene por objeto principal resaltar la importancia que tiene la Topografía en todo proyecto, ya que permite contar con la información necesaria para proyectar y diseñar como en este caso, uno de los edificios más modernos y sustentables de América Latina, durante el proceso de construcción se emplearán los métodos que a continuación se detallarán, también se resalta que un Ingeniero Topógrafo forma parte de un gran equipo (Empresarios, Arquitectos, Constructores) y que al unir cada uno sus conocimientos podrán llevarse a cabo los proyectos más ambiciosos e importantes que impactarán el desarrollo del país.

Sin duda la competencia profesional es cada vez más reñida por lo que será de gran importancia la preparación y la actualización tanto en lo académico como en el conocimiento de la tecnología que cada día nos sorprende con sus avances.

Por bastante tiempo se ha visto al Ingeniero Topógrafo como simplemente la persona que toma medidas de terrenos, más sin embargo como se verá en este documento la importancia que tiene el conocer exactamente la forma y las dimensiones de terrenos, edificios etc. Es de suma importancia.

La labor que llevo acabó en Space Internacional es la de realizar el levantamiento topográfico del espacio a diseñar por lo general son medidas de interiores de los corporativos más importantes del país en donde el conocimiento del espacio en donde se proyectarán las nuevas oficina es fundamental para el diseño, las medidas son tomadas con los métodos básicos de la topografía demostrando así que estos no son obsoletos y que al contrario deben de estar en la memoria todo el tiempo y es aquí donde el lugar del Ingeniero Topógrafo debe cobrar la importancia que realmente debe tener en todo proyecto.

Un Ingeniero topógrafo es aquel que tiene la habilidad y los conocimientos para poder realizar un levantamiento con una cinta y una plomada como con el equipo más sofisticado, estaciones totales, GPS, etc. realmente un ingeniero topógrafo debe destacar siempre por la ética profesional al comprometerse en entregar trabajos que satisfagan al cliente en tiempo y en forma.

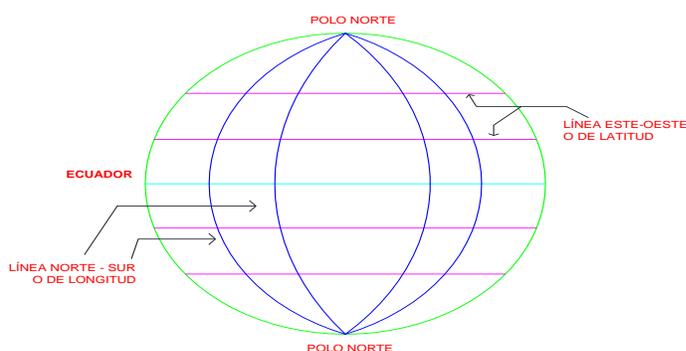
Esta tesis tiene por objetivo principal destacar a la carrera de Ingeniero Topógrafo para que cada vez seamos más profesionales en un mercado que está esperando Ingenieros Topógrafos de calidad.

1.- LEVANTAMIENTOS PLANIMÉTRICOS:

1.1.- TIPOS DE LEVANTAMIENTOS:

En los proyectos de cartografía de gran tamaño se realizan ajustes para corregir los errores causados por la curvatura de la tierra y por el hecho de que las líneas norte-sur que pasan por diferentes puntos de la superficie terrestre convergen en los polos Norte y Sur, por lo tanto, estas líneas no son paralelas entre sí, excepto en la línea del ecuador (figura 1.1.1).

Sin embargo, la planimetría se realiza en áreas tan pequeñas que puede ignorarse el efecto de dichos factores, es decir se considera que la tierra es una superficie plana y se supone que las líneas norte-sur son paralelas. Los cálculos que se hacen en superficies planas son relativamente simples, ya que el topógrafo puede utilizar la geometría y la trigonometría planas.



(Figura 1.1.1)

En áreas grandes el equipo que se utiliza y los métodos de medición que se aplican son muy similares a los que se emplean en la planimetría. Las elevaciones se manejan de la misma manera en ambos tipos de levantamientos, es decir se expresan en términos de las distancias verticales por encima o por debajo de una superficie curva de referencia, que generalmente corresponde al nivel medio del mar (N.M.M.).

La mayoría de los levantamientos geodésicos son realizados por organismos gubernamentales estableciendo una red de puntos de referencia a través de todo el país que proporciona información precisa en cuanto a la ubicación horizontal y vertical de los puntos. Esta red sirve como base para todos los otros tipos de levantamientos, planimétricos o geodésicos, de menor precisión.

Los **levantamientos de terrenos** son los más antiguos y se han llevado a cabo desde que se tienen registros históricos. Normalmente, son los levantamientos de control horizontal que se realizan para la localización de linderos, subdivisiones de terrenos en partes más pequeñas, determinación de superficies de terrenos y obtención de cualquier tipo de información que involucre la transferencia de terrenos de un propietario a otro. A estos levantamientos se les conoce como levantamientos de propiedad,

levantamientos limítrofes o levantamientos catastrales. Hoy en día el término catastral se utiliza comúnmente en relación con levantamientos de terrenos de particulares.

Los **levantamientos topográficos** se realizan para localizar objetos y medir, los accidentes del terreno o las variaciones de la superficie terrestre. Proporcionan información detallada sobre las elevaciones y la ubicación de elementos naturales y artificiales (edificios, caminos, corrientes, etc.), de tal forma que es posible dibujar la información completa en planos denominados planos topográficos.

Los **levantamientos de vías de comunicación** incluyen la determinación y la localización de objetos naturales y artificiales ubicados a lo largo del trazo propuesto para la construcción de carretera, vías férreas, canales, líneas de tuberías, líneas de suministro de energía eléctrica u otras instalaciones. Además, pueden incluir la ubicación y la colocación de estacas de referencia de la infraestructura y el cálculo de volúmenes de movimiento de tierra.

Los **levantamientos urbanos o municipales** se realizan con objeto de trazar calles, y delimitar las propiedades así como identificar los servicios públicos y contar con los planos etc. El uso de este término se asocia con los levantamientos topográficos que se realizan en una ciudad, o en sus cercanías, con el objeto de planear desarrollos urbanos.

Los **levantamientos de construcción** tienen por objeto la localización de estructuras y establecimiento de puntos necesarios durante la construcción. Son los levantamientos de granjas, lotificaciones, edificios y, de hecho, de la mayoría de las obras de construcción, son levantamientos planimétricos. Sin embargo, estos deben limitarse a áreas máximas de unos cuantos kilómetros cuadrados. Estos levantamientos no se consideran lo suficientemente precisos para establecer límites estatales y nacionales que representan áreas de varios miles de kilómetros cuadrados.

Puede demostrarse que un arco de 18.5 kilómetros de longitud sobre la superficie curva de la tierra es aproximadamente 1.5 centímetros más largo que la distancia plana o la cuerda entre sus extremos. Como resultado, probablemente parezca una diferencia insignificante; no obstante, las discrepancias en la dirección debidas a la convergencia de las líneas norte sur son mucho más significativas que las discrepancias en la distancia.

Los **levantamientos geodésicos** son aquellos que se ajustan a la curvatura de la superficie terrestre (la tierra es un esferoide achatado en sus polos, cuyo radio en el ecuador es alrededor de 21.5 kilómetros más grande que su radio polar). Debido a que se consideran la curvatura terrestre, los levantamientos geodésicos pueden aplicarse en áreas pequeñas

Indispensables para controlar todo tipo de proyecto de construcción y se estima que el 60% de la topografía que se realiza es de este tipo.

Los **levantamientos marítimos** se relacionan con los hidrográficos, pero están diseñados para cubrir áreas mayores. Incluyen los levantamientos necesarios para la construcción de plataformas marinas, la aplicación de la teoría del oleaje y la elaboración de cartas y planos hidrográficos.

Los **levantamientos forestales y geológicos** son probablemente más comunes de lo que se piensa. Los levantamientos forestales se utilizan para el establecimiento de límites, la estimación de madera en pie, topografía etc. Asimismo, la topografía es de gran aplicación en la elaboración de mapas geológicos.

Los **levantamientos fotogramétricos** son aquellos en los que se emplean fotos además de proporcionar un registro de lo que se construyó, permiten comprobar que el trabajo se efectuó de acuerdo con el diseño.

Un proyecto de construcción típico está sujeto a numerosos cambios respecto de los planos originales, debido a modificaciones en el diseño, así como a problemas que se presentan en el campo, como tuberías y ductos subterráneos, condiciones inesperadas de la cimentación y otras situaciones. Como resultado, el levantamiento de la obra terminada constituye un documento muy importante que debe preservarse como base para reparaciones futuras, ampliaciones y modificaciones. Considere, por ejemplo lo importante que es el conocimiento de la localización precisa de líneas de drenaje y abastecimiento de agua.

Generalmente aéreas, junto con levantamientos limitados del terreno que sirven para establecer o localizar ciertos puntos de control que sean visibles desde el aire. La fotogrametría es extremadamente valiosa, entre otras cosas, por la rapidez con que se pueden aplicar, por su economía, la posibilidad de aplicarla en áreas de difícil acceso y porque proporciona un gran nivel de detalle. Sus aplicaciones aumentan cada día, ya que un gran porcentaje de los levantamientos que se realizan en áreas de gran extensión de más de 8 a 16 hectáreas, dependiendo de la vegetación y tipo de suelo corresponden a levantamientos fotogramétricos.

Los levantamientos con sensores remotos son otro tipo de topografía aérea. Estos hacen uso de cámaras o sensores que se transportan en aviones o satélites artificiales.

Los **levantamientos de obra terminada** se realizan al concluir un proyecto de construcción, con el objeto de contar con las posiciones y dimensiones finales de los elementos del proyecto, como se construyeron en realidad.

Los **levantamientos de control** son levantamientos de referencia. En un determinado levantamiento de control se establece un número de puntos y se determinan con precisión sus posiciones horizontales y verticales, de manera que puedan servir de base para la orientación o referencia de otros trabajos.

Los controles horizontales y verticales forman una red sobre el área del levantamiento. Es posible que en un proyecto particular el control horizontal esté ligado a linderos, ejes de caminos y otras características prominentes. El control vertical consiste en un conjunto de puntos relativamente permanentes, cuyas elevaciones por arriba o por abajo del nivel del mar se han obtenido cuidadosamente a estos puntos se les denomina bancos de nivel.

1.2 LEVANTAMIENTOS CON LONGIMETRO:

Este método de levantamiento a menudo se le llama cadenamamiento, debido a que el equipo principal que tradicionalmente se usó fue la cadena de medir. En la actualidad, como resultado de las mejoras en las técnicas de fabricación y una consecuente reducción en los precios de compra, la cadena se ha remplazado por la más precisa cinta de acero.

Este método es fundamental para la recolección de datos en todas las áreas de la topografía y pueden ser suficientes por sí mismo para cubrir los requerimientos del levantamiento de una pequeña área de terreno. Por lo tanto, el conocimiento del método de cinta es esencial para la comprensión adecuada de los levantamientos planimétricos en conjunto.

Medidas con longímetro y elementos auxiliares: existen diversos tipos de longímetros y a continuación se mencionan algunos de ellos.

- a) Cadena de agrimensor
- b) Cintas de lienzo
- c) Cintas de nylon
- d) Cintas de dacrón reforzadas con fibras de plástico
- e) Cintas de fibra de vidrio
- f) Cintas de nylon con alma de acero
- g) Cintas de acero
- h) Hilos de metal invar

a) **Las cadenas de agrimensor** figura (1.2.1), hoy en día prácticamente no se usan; constan de varios eslabones de hierro, unidos a otros, formando una cadena con manerales o empuñaduras en sus dos extremos. Cada eslabón está formado por un alambre grueso terminado en un anillo por sus dos extremos, uniéndose cada dos eslabones por otro anillo intermedio. La longitud de cada eslabón, contada desde los centros de los arcos de unión, es de 20 cm. Incluyendo las empuñaduras en los extremos de la cadena.

Se puede determinar una distancia entre dos puntos por medio de instrumentos y procedimientos, desde los más elementales hasta los más complicados y sofisticados, según los objetivos que se persigan, las longitudes por medir y los instrumentos de que se disponga.

Pueden determinarse las distancias por referencias, a pasos, con longímetros o cintas de diversos tipos, con odómetros, con telémetros, por procedimientos indirectos o taquimétricos, mediante distanciómetros electrónicos etc.



Figura (1.2.1)

b) **Las cintas de lienzo** se fabrican con hilo tejido, con refuerzo de hilos metálicos (cobre) o sin él, o bien con fibra de vidrio. Llevan un recubrimiento de plástico.

c) **Las cintas de nylon** fabricadas en este material, al igual que todas las cintas, vienen en cajas circulares o en crucetas. Las cajas y crucetas, son de metal o de plástico de alto impacto.

d) **Las cintas de dacrón reforzadas con fibras de plástico** son similares a las anteriores, y como ellas, su caratula se presenta graduada tanto en unidades del sistema inglés como del sistema métrico decimal, o bien sólo en este último.

e) **Las cintas de fibra de vidrio** se presentan con un alma de fibra de vidrio y una cubierta de polivinilo de cloruro (PVC).

f) **Las cintas de nylon con alma de acero** vienen en una gran variedad de combinaciones.

g) **Las cintas de acero**, construidas de acero con coeficientes de dilatación 0.000011°C , deben de ser resistentes a la oxidación y a la corrosión. Así mismo su graduación ha de ser resistente a la abrasión, pues las marcas van desapareciendo al medir, al extraerlas de la caja o la cruceta y al enrollarlas para guardarlas.

h) **Hilos de metal ínvar** para medidas de mayor precisión se utilizan los hilos de ínvar, inventados por el doctor Carlos E. Guillaume en 1907, ganador del Premio Nobel en 1920. Es una aleación de fierro (Fe), níquel (Ni), cobalto (Co), una proporción de 63.6,36,0.4 % respectivamente.

El níquel posee la propiedad de tener un coeficiente de dilatación tan pequeño que se puede considerar nulo ($0.0000009^{\circ}\text{C}$). Estos hilos se construyen de sección cuadrada o circular aproximadamente de 1.5 mm, terminados en los extremos por pequeños cilindros con una ranura para hacer pasar una plomada, y estos cilindros van unidos a manerales con dinamómetros de resorte manteniendo una tensión determinada, la catenaria o curva que forma el hilo extendido, equivale a una separación entre las ranuras fijas, ya conocidas de antemano, 20m, 30m, etc.

Los tipos de cintas b, c, d y e, por ser más frágiles, están especialmente indicados en trabajos de menor precisión y para mediciones urbanas o de predios construidos, mientras que las cintas del tipo f, g y h son más resistentes en trabajos de campo, donde generalmente se les da un uso rudo, además incrementan la precisión por la menor deformación ante los cambios de temperatura.

Para hacer las mediciones, los trazos con cinta o ambas cosas, es necesario contar con el apoyo de elementos auxiliares como plomadas, estacas o trompos, fichas, niveles tubulares de burbuja, balizas etc. Ver figura (1.2.2).

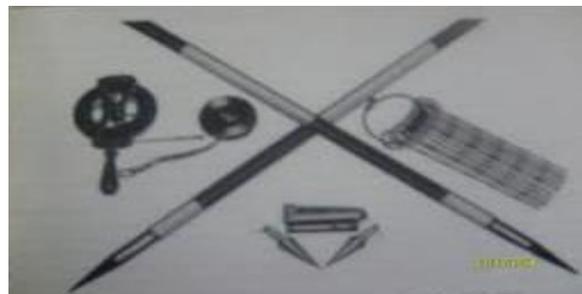


Figura (1.2.2)

Levantamientos con cinta:

Por radiación: el levantamiento se efectúa descomponiendo el polígono en triángulos como en lo muestra la figura (1.2.3)

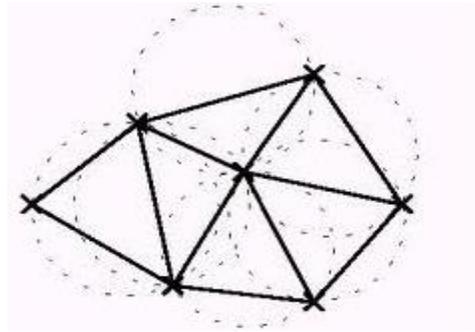


Figura (1.2.3)

Este método consiste en medir el contorno y cada uno de los triángulos que se forman al interior, a partir de un vértice que se escoge de tal manera que desde dicho vértice se pueda tener visual a todos los puntos que forman nuestro polígono a levantar.

Por lados de liga: el levantamiento se efectúa midiendo las distancias del contorno y los ángulos se definen midiendo pequeñas distancias a partir de cada vértice tal como se indica en la figura (1.2.4) convienen valores de 5 a 10 m. para las distancias en los lados del contorno a fin de facilitar el cálculo.

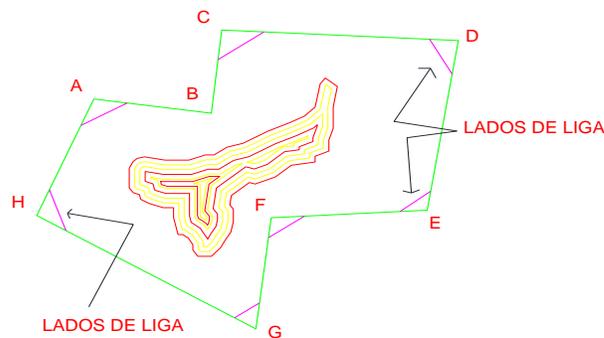


Figura (1.2.4)

Por prolongación de alineamientos: se levanta definiendo un polígono envolvente sobre el cual se miden las distancias entre los puntos que resultan de la prolongación de los alineamientos del polígono por levantar se miden las distancias A1, A2, B1, B2, C1, D1, etc. Figura (1.2.5).

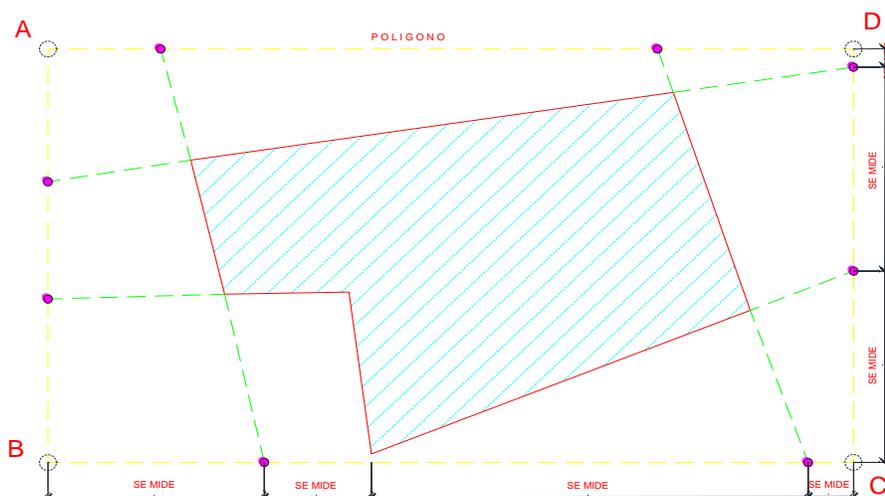


Figura (1.2.5)

Por coordenadas: para hacer el levantamiento se define un sistema de ejes coordenados “x”, “y”, y de cada vértice del polígono se llevan perpendiculares a los ejes de proyección, por tanto, bastará medir cada x e y de los vértices que forman el polígono. Este método es bueno cuando se trata de terreno sin obstáculos.

Levantamiento de una curva dada una curva, está se puede levantar definiendo una línea que la corte en sus extremos y, a partir de uno de ellos, se levantan perpendiculares a cada unidad el levantamiento de detalle se hace midiendo la x y la y correspondiente.

Medición de distancias en Terreno Horizontal:

- a) Medidas hechas con cadena para medir longitudes con la cadena de agrimensor, se requieren dos operadores. Estos comenzarán a definir la alineación recta que se trata de medir; a continuación se empuña la cadena, uno por cada extremo, situándose detrás el operador más experimentado que habrá de dirigirla medición. Es necesario como equipo complementario de medición un juego de fichas o agujas (11 tantos) y dos balizas o jalones.

El cadenero de atrás deberá sustituir la baliza origen por una ficha y coloca la empuñadura de la cadena rosante con ella, mientras el segundo operador en el otro extremo, teniendo en su poder las diez fichas restantes y manteniendo la cadena bien tensa a ras de suelo, colocara la empuñadura en la alineación, tangente a una nueva ficha bien vertical.

El operador de atrás, enfilando la visual por las dos fichas, dirigirá la alineación hasta verlas con las balizas. Una vez clavada la ficha delantera, el operador de atrás arrancará la que sirvió de origen y avanzarán los dos hasta que el posterior alcance la que queda clavada, que utilizará como referencia para la nueva alineación de la cadena.

De este modo continuará el operador delantero clavando fichas que irá recogiendo el zaguero, hasta que este último tenga 10 en su mano y una clavada que servirá de origen a la medición siguiente. En este momento entregarán las 10 al otro operador, al mismo tiempo que anota haberse medido un hectómetro si la cadena es de 10m. O el doble si es de 20m.

La medición total, en el primer caso, será tantos hectómetros como el número de veces que haya hecho el cambio de fichas, más tantos decímetros como fichas tenga en la mano el operador de atrás y tantos metros y dobles decímetros como se aprecia en la lectura de las chapas de latón que lleva la cadena y el número de eslabones.

Es muy recomendable mantener la alineación correcta y la tensión más o menos constante y apropiada.

- b) Básicamente el procedimiento es el mismo que el empleado con la cadena, solamente que, en vez de usarse ésta, se utiliza una cinta de acero o lienzo. En las longitudes de medida de precisión conviene clavar estacas a distancias de 20 a 30m., según lo permita el terreno, y una vez colocados se procede a efectuarla medida de las longitudes parciales. La medida total será la suma de las longitudes parciales.

Medición de distancias en Terreno Inclinado:

Cuando el terreno es inclinado, conviene clavar estacas o fichas a lo largo de la línea por medir, a distancias que permitan poner horizontal la cinta, es decir, que el desnivel permita tomar con seguridad la cinta y la plomada en el extremo donde se tiene que elevar la cinta para conseguir la horizontalidad. Conviene poner el cero en la estaca o ficha de mayor nivel, si el terreno va descendiendo; y con el otro extremo se realiza la lectura extrema de la cinta suspendiendo una plomada sobre el punto preciso de la estaca que limita la medida. Se puede colocar horizontal la cinta con mayor precisión por medio de un nivel de mano ver figura (1.2.6).

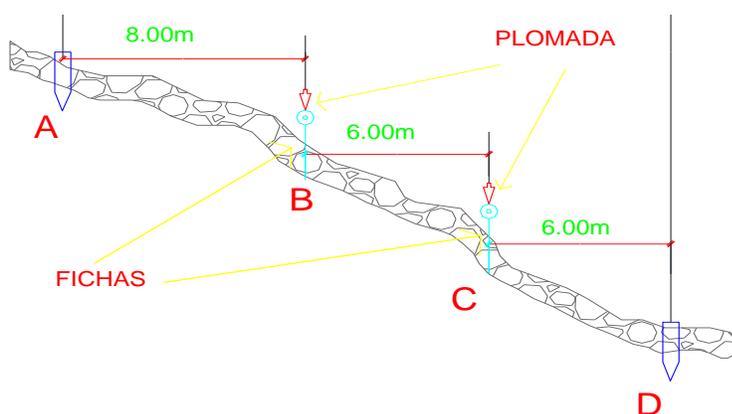


Figura (1.2.6)

Cuando se mide ladera arriba, el cadenero de atrás, tiene que levantar el origen de la cinta verticalmente sobre la estaca o sobre el centro de la argolla de la ficha, para lo cual se emplea la plomada, hasta que la cinta quede horizontal. Con la práctica, se adquiere la habilidad de poner el origen de la cinta exactamente

sobre la estaca verticalmente y, al mismo tiempo, en posición horizontal. Si el terreno es muy inclinado, de tal manera que al levantar el origen de la cinta todo lo posible, no se logra ponerla horizontalmente, los tramos que sean necesarios, procurando que sean metros exactos, y el cadenero de adelante pondrá señales empleando las fichas, pero que levantara el cadenero de atrás cuando llegue al punto hasta donde fue posible la horizontalidad. Para evitar errores, las fichas solamente se clavarán en los extremos de la cinta. El alineamiento y contabilidad de las fichas, se hace como si se tratara del terreo horizontal.

En la medida de distancias ladera abajo, el cadenero de adelante es quien tiene que levantar el extremo de la cinta hasta ponerla horizontal, y por medio de la punta de la plomada marcará en el terreno el punto donde debe clavar la ficha. Si se carece de plomada, puede emplearse la baliza, procurando su verticalidad, y colocar la graduación extrema de la cinta de manera que quede verticalmente sobre la punta del regatón. También se puede suspender la ficha del extremo de la graduación, evitando que oscile en el momento en que no sople el aire, dejarla caer, en el punto donde pique la punta de la ficha, se clava está.

En terrenos muy inclinados, se procede de una manera semejante, fraccionando la cinta en tramos hasta llegar al extremo de la cinta donde se clavará la ficha. Lo mismo procede respecto a la alineación y cuenta del número de puestas de cinta.

Por medio del longímetro podemos resolver algunos problemas que se presentan en campo los cuales se describen a continuación:

Alineaciones:

Se presenta dos casos uno cuando el extremo de la línea no es visible, pero pueden verse puntos intermedios y el segundo cuando un extremo de la línea no es visible del otro ni de puntos intermedios.

Para el primer caso, se colocan señales en los extremos A y B de la línea aproximadamente sobre la línea se coloca un cadenero en C de tal manera que pueda observar la señal B, otro cadenero D se coloca aproximadamente sobre la línea y de tal manera que pueda ver la señal en A. Figura (1.2.7)

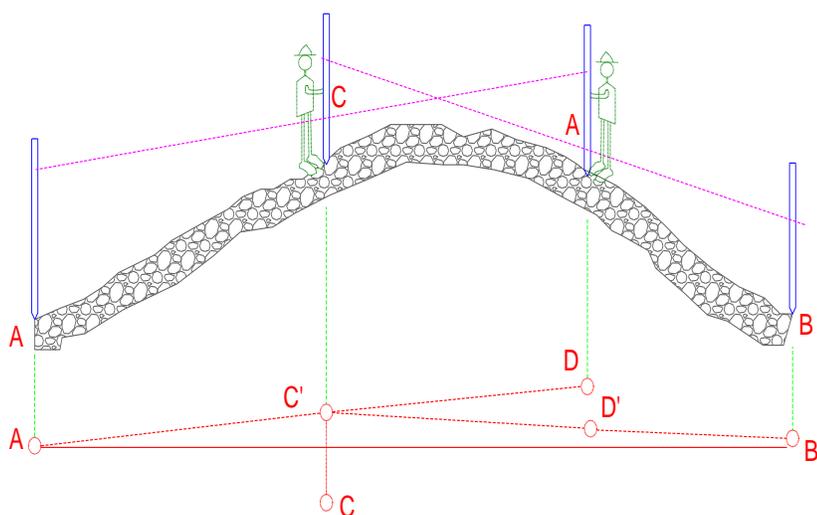
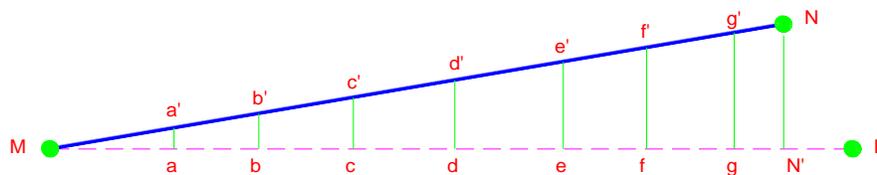


Figura (1.2.7)

El cadenero D alinea al C respecto al ala señal A por lo que quedara en C'; el cadenero en C' alinea al D respecto al B; de esta manera, por repetidas alineaciones se irán aproximando a la línea hasta que queden exactamente alineados. Los puntos intermedios servirán de guía para hacer la medida.

El segundo caso se presenta generalmente cuando la distancia es grande y el terreno es ondulado o hay obstáculos a lo largo de la línea, para proceder a su alineación, de uno de los extremos, M Figura (1.2.8) se observa un punto P suficientemente lejano, aproximadamente en dirección N y de manera de que salve el obstáculo, cuando esta sea el caso; siguiendo una alineación cuidadosa hacia el punto P se van marcando en el terreno por medio de estacas distancias iguales hasta llegar al punto N' cerca del extremo de la línea, de manera que N'N sea perpendicular a la línea MP. La

distancia N'N se divide entre la longitud MN' para obtener el desalojamiento por metro; ese cociente se multiplica sucesivamente por las distancias Ma', Mb', Mc'... para obtener las distancias a'a, b'b, c'c...que medidas perpendicularmente sobre la línea se calcula fácilmente:



$$MN = \sqrt{N'M^2 + N'N^2}$$

Figura (1.2.8)

Levantar una perpendicular sobre una línea: Un triángulo que tenga por los dos lados 3,4 y 5 unidades o sus múltiplos, es un triángulo rectángulo, en el que 3 y 4 son los catetos y 5 es la hipotenusa; efectivamente: $3^2 + 4^2 = 5^2$ ó $(3k)^2 + (4k)^2 = (5k)^2$. El coeficiente k puede ser entero o fraccionario.

Para tener lados mayores y aprovechar la longitud de la cinta, para una de 20 m. los catetos serán de 4.5 y 6 m. y la hipotenusa tendrá 7.5 m.; para una cinta de 30 m. los catetos tendrán 6 y 8 m. y la hipotenusa 10 m.; para una de 50 m. los catetos tendrán 12 y 16 m. y la hipotenusa 20 m. En todos los casos, en los vértices C y B se reserva en cada uno un metro para hacer las vueltas para no doblar la cinta.

Desde un punto dado bajar una perpendicular a la línea: Para trazar una perpendicular del punto G a la línea EF, se mide la distancia del punto G a cualquier punto e de la línea EF, con la misma distancia Ge se determina, midiendo desde G, el punto f sobre la línea; la mitad de la distancia ef. determinará el punto H. La línea GH será perpendicular a EF, por medio de un cable o un hilo, el problema se resolverá fácilmente.



Figura (1.2.9)

Por un punto dado, trazar una línea perpendicular a otra línea del terreno: En la figura anterior O es un punto del terreno por el cual se tiene que hacer pasar una línea paralela a ST, de un punto cualquiera s sobre la línea ST, se mide la distancia sO que se divide entre dos para fijar el punto medio m; de otro punto cualquiera t sobre la misma línea ST, se mide la distancia tm y en igual longitud se prolonga para determinar el punto R; la línea RO será paralela a la línea ST.

1.3 LEVANTAMIENTOS CON EQUIPO ELECTRONICO:

En los últimos 100 años se ha presentado un mejoramiento gradual en la calidad del equipo de topografía. Adicionalmente a la fabricación de mejores cintas, se han producido mejores instrumentos para la medición de elevaciones y direcciones. En las últimas décadas se ha acelerado el ritmo de estos avances, como el desarrollo de instrumentos electrónicos de medición de distancias (EDM, por sus siglas en inglés electronic distance measuring instrument) y la estación total.

Actualmente se dispone de instrumentos topográficos capaces de medir con extraordinaria precisión y rapidez distancias cortas de unos cuantos metros o distancias largas de varios metros o hasta kilómetros. Estos aparatos ahorran tiempo y dinero, a la vez que reducen el tamaño de las brigadas topográficas tradicionales. Más aun, pueden utilizarse con la misma facilidad en donde existen obstáculos naturales como lagos y cañones, sembradíos, terrenos lodosos y bosques, propietarios hostiles de terrenos o bajo condiciones de tránsito intenso.

Los equipos electrónicos para medición de distancias han revolucionado no sólo los levantamientos geodésicos, sino también los levantamientos de terrenos comunes. Otro punto importante de estos instrumentos es que despliegan de forma automática las lecturas de las mediciones, con lo cual los errores se reducen en gran medida. De acuerdo con las necesidades del trabajo, basta con oprimir un botón para que el operador tenga los valores mostrados en pies o metros.

Las distancias que se obtienen son medidas sobre la pendiente, aunque la mayoría de los instrumentos permiten la medición y el registro de ángulos verticales y calculan y despliegan las distancias horizontales.

Los primeros instrumentos EDM eran unidades individuales que se utilizaban únicamente para la medición de distancias. Sin embargo, hoy en día, en los instrumentos más modernos están integradas o forman parte de una estación total. Ya sea que formen parte de una estación total o sea una unidad individual, sus principios de operación son los mismos.

Para que un topógrafo entienda correctamente la medición electrónica de distancias, debe de tener una preparación adecuada en los principios de la física y la electrónica. Afortunadamente, cualquier persona puede utilizar los equipos de medición electrónica de distancias sin comprender a fondo los fenómenos físicos que se producen. Aunque el equipo es complejo, su operación real es automática y requiere menos habilidades de las que es necesario aplicar en los instrumentos tradicionales.

Para comprender el uso de estos instrumentos es necesario conocer la terminología así por lo tanto tenemos:

Que un **aparato para la medición electrónica de distancias** es un instrumento que transmite una señal portadora de energía electromagnética desde su posición hasta un receptor localizado en otra posición. La señal regresa del receptor al instrumento emisor, de manera que es posible medir dos veces la misma distancia entre los dos puntos.

La luz visible se define generalmente como la parte del espectro electromagnético a la cual es sensible el ojo humano. Tiene una longitud de onda dentro del rango de 0.4 a 0.7 μm micrómetros o micrones.

La luz infrarroja tiene frecuencias por debajo de la porción visible del espectro están comprendidas entre las ondas de luz y las ondas de radio con longitudes de onda de 0.7 a 1.2 μm .

Sin embargo se considera a la luz infrarroja dentro de la categoría de las ondas de luz, debido a que los cálculos de distancias se realizan con la misma técnica.

Un **instrumento electro-óptico** es aquel que transmite luz modulada, ya sea visible o infrarroja consiste en una unidad de medición y un reflector figura (1.3.1)



Figura (1.3.1)

Un **reflector** está integrado por varios prismas retrodirectivos de vidrio con aristas de cubo, que se fijan a un trípode. Las caras del prisma son perpendiculares entre sí con una gran precisión. Debido a que las caras son perpendiculares, los prismas reflejan los rayos de luz de regreso en la misma dirección en la que estos llegan; de aquí se deriva el término retrodirectivos figura (1.3.2)



figura (1.3.2)

Los prismas de tres caras que se fijan sobre un trípode reflejan la luz de regreso al transmisor incluso cuando el reflector está fuera de la perpendicularidad respecto de la onda de luz hasta por 20° . El número de prismas que se utilizan depende de la distancia a medir y de las condiciones de visibilidad.

La capacidad de los instrumentos electro-ópticos para medir distancias puede aumentar si se incrementa el número de prismas que se utilizan. En forma general, se duplica la distancia que puede medirse si el número de reflectores se eleva al cuadrado. Si se utiliza un grupo de nueve prismas en vez de un grupo de tres, la distancia medida puede duplicarse. La utilización de 12 o más prismas no es de utilidad en la mayoría de los instrumentos. Si se requiere más de 12 o 15 prismas, se necesita un EDM con mayor capacidad.

La capacidad de medición de distancias que es posible obtener con un equipo EDM se ve afectada no solo por el número de prismas, sino también por su limpieza y su calidad.

Un láser: es uno de los aparatos que produce un rayo de luz muy potente de un solo color, la palabra láser deriva de las siglas de light amplification by stimulated emission of radiation (amplificación de luz por emisión estimulada de radiación). El dispositivo genera ondas de luz de baja intensidad que se dispersa sólo ligeramente, aun en distancias muy largas. Las ondas producidas caen dentro de las frecuencias visibles o infrarrojas del espectro electromagnético. El personal topográfico debe conocer las precauciones necesarias que debe seguir para proteger sus ojos cuando trabaja con instrumentos láser, ya que debe cumplir estos requisitos de seguridad.

Una microonda es una radiación electromagnética que tiene una longitud de onda larga y baja frecuencia y que se encuentra comprendida entre el infrarrojo y la radio de onda corta. Las microondas que se emplean en las mediciones de distancias tienen longitudes de onda que varían entre 10 y $100\mu\text{m}$.

EQUIPOS EDM.

Los equipos EDM se clasifican como instrumentos electro-ópticos o de microondas. Se distinguen entre sí por las longitudes de onda de la energía electromagnética que transmiten. Los instrumentos electro-ópticos transmiten la luz en longitud de onda corta, aproximadamente entre los 0.4 y 1.2 μm . Esta luz es visible o se ubica ligeramente por encima del rango visible del espectro. Los instrumentos de microondas transmiten longitudes de onda largas, entre 10 y 100 μm en la figura (1.3.3) se muestra de manera esquemática las frecuencias relativas y las longitudes de onda que corresponden a varias formas de radiación electromagnética, incluyendo los rayos gamma, láser, de radar y otros la abreviatura de la figura anterior Hz que significa Hertz es la unidad para medir frecuencias y que tiene un valor de un ciclo por segundo. La abreviatura MHz representa a los mega Hertz o 10⁶hertz

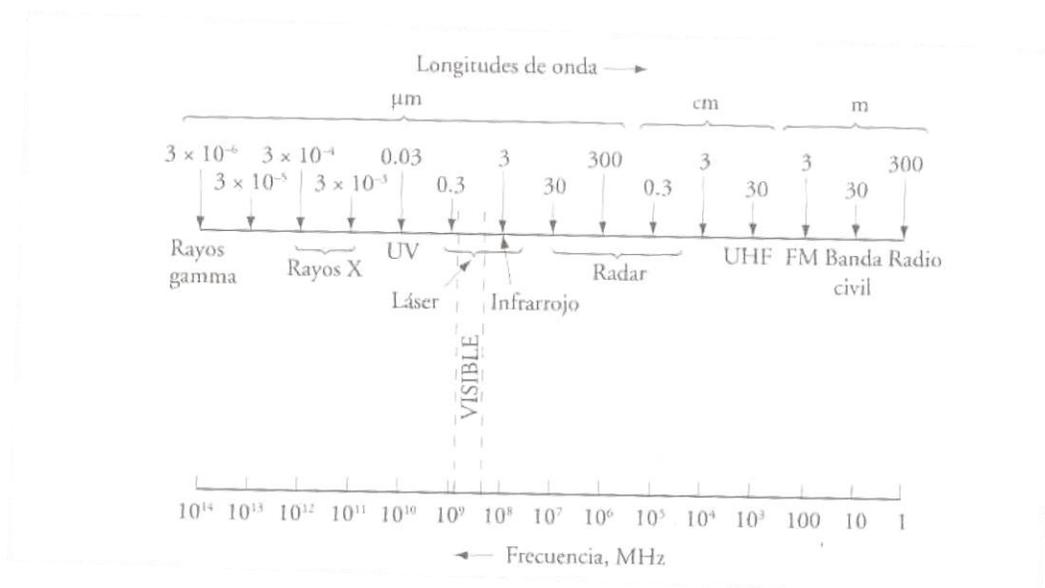


Figura (1.3.3)

Los sistemas de ondas de luz (incluyendo los láseres y los infrarrojos) cuentan con un transmisor que se coloca en un extremo de la línea por medir y de un reflector que se instala en el otro extremo de la misma. El reflector consta de uno o más prismas, en caso de medirse distancias cortas de unos cuantos metros, pueden utilizarse satisfactoriamente reflectores para bicicleta o cinta reflectora.

Prácticamente todos los instrumentos EDM de corto alcance, utilizados hoy en día para mediciones de pocos metros, son del tipo infrarrojo aunque también hay instrumentos de este tipo que permiten mediciones superiores bajo ciertas condiciones. Existen aparatos EDM tipo láser que hace mediciones de distancias largas y cortas. Una de las ventajas de los equipos láser sobre los infrarrojos es que el rayo es visible, lo cual permite utilizarlos en los casos en que es difícil dirigir la visual. Algunos tipos de equipo láser permiten dirigir la visual del equipo EDM hacia un punto, fijar un punto de luz con el láser, oprimir un botón y medir la distancia al punto rojo. Esto es de gran utilidad cuando se trata de efectuar mediciones hasta puntos de difícil acceso, como torres, cúpulas de iglesia, el fondo de hondonadas etc.

Para efectuar mediciones con equipo microondas se requieren de dos instrumentos: un sistema de transmisor y un sistema de receptor. El rayo se transmite desde un extremo de la línea, se recibe en el otro

extremo y se devuelve al instrumento principal. Los sistemas de microondas tienen la ventaja de que las ondas atraviesan niebla o la lluvia y que se mantiene una constante comunicación entre los dos instrumentos. Sin embargo, se ven más afectados por la humedad que los equipos de ondas de luz. Otro problema que se presenta con los equipos de microondas es que inducen un rayo más ancho. Esto puede provocar algunas dificultades cuando se realizan los levantamientos en interiores de edificaciones, en lugares subterráneos o cerca de superficies de agua.

DISTANCIOMETROS:

En la actualidad, varias compañías fabrican instrumentos que tiene la capacidad de medir distancias con la ayuda de un reflector, estos aparatos emplean una señal infrarroja de pulsos sincronizados que se transmite desde un diodo láser figura (1.3.4.). Para obtener la distancia, se requiere determinar el tiempo de transmisión de la señal desde que viaja hacia el objeto hasta que regresa al punto de origen. Estos asombrosos instrumentos pueden utilizarse con prismas o sin ellos. Si no se emplean los prismas, los instrumentos pueden medir distancias desde 100 a 200 metros, dependiendo de las condiciones de iluminación. Si se tienen prismas reflectores, su alcance permite mediciones de varios metros.

Debe recordarse que todos los objetos son superficies reflectoras de luz, y que si algún objeto (como un automóvil o una hoja de árbol) se coloca ante el rayo, se determinará la distancia hasta ese objeto y o la distancia hasta el punto deseado. Para que el usuario pueda visar el objeto correcto, el distanciómetro emite un rayo láser visible, el cual permite identificar adecuadamente el punto visado.

Cuando no se utilizan prismas, este equipo EDM se usa para la obtención de distancias a puntos topográficos que tienen componentes verticales, como edificios, puentes, bancos de materiales, etc. Se obtendrán mejores resultados si el objeto observado tiene una superficie uniforme de color claro y es perpendicular al rayo. En estos casos, las distancias pueden medirse con una desviación estándar de $\pm (5 \text{ mm} + 3 \text{ ppm})$ si son hasta de 500 o 600 m. En el caso de que las superficies sean oscuras con esquinas o bordes y estén inclinadas, las distancias máximas no son tan grandes y se obtienen precisiones más limitadas.

Imagine todas las mediciones que se pueden realizar con este tipo de instrumentos sin que los baliceros tengan que subir a los tanques, edificios, bancos de materiales y a otros objetos con el fin de colocar los reflectores. También pueden emplearse para localizar líneas de playa en levantamientos hidrográficos, los muros interiores de los túneles, etc. Además, cuando estos aparatos se conectan en interfase con un teodolito electrónico y una libreta de registro electrónica de datos, pueden calcularse volúmenes y efectuarse la gráfica de secciones transversales y los perfiles.

METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE DISTANCIAS CON INSTRUMENTOS EDM.

Para proporcionar la energía necesaria para la operación de los instrumentos EDM se utilizan baterías. Éstas deben de estar totalmente cargadas antes de iniciar los trabajos de campo. Un topógrafo precavido lleva un juego adicional de baterías para evitar posibles demoras. Cabe mencionar que la mayoría de los aparatos operan con baterías de automóvil si así de desea.

Los instrumentos EDM están completamente automatizados, por lo que se puede aprender a utilizarlos con bastante rapidez. Para medir una distancia con un equipo EDM, es necesario centrar el equipo y los reflectores, dirigir la visual hacia ellos y finalmente medir y registrar el valor obtenido.

1.- El equipo EDM se instala, se centra y se nivela en uno de los extremos de la línea por medir.

2.- El ensamble de prismas se coloca en el otro extremo de la línea y se centra cuidadosamente sobre el punto final. Esto se logra sosteniendo verticalmente el poste del prisma sobre el punto, con la ayuda de un nivel que se coloca en la baliza, asegurando el poste del prisma en un trípode o bipié colocado sobre el punto, o bien utilizando un trípode con tríbraco o base, a la cual se fija el conjunto de prismas.

3.- Se mide y se registra la altura del instrumento hasta el eje del telescopio y la altura del centro del prisma. Si el prisma cuenta con poste ajustable, es común ajustar el ensamble del prisma a la misma altura que la del telescopio EDM.

4.- Se dirige la visual del telescopio hacia el prisma y se enciende el aparato.

5.- Se utilizan los tornillos de ajuste fino para dirigir el instrumento hacia el reflector, hasta que la señal de retorno de intensidad máxima se indique en la escala de señales.

6.- Se mide la distancia simplemente apretando un botón. El usuario puede tomar la lectura en pies o metros, según sea necesario. La pantalla electrónica mostrara dos decimales si la lectura es en pies, o tres si es en metros. Si las medidas se registran en una libreta de campo, es recomendable tomar una medición adicional utilizando otro tipo de unidades. De esta manera existe la posibilidad de encontrar equivocaciones en los registros, como la transposición de números.

7. Los valores obtenidos se registran en una libreta de campo o en una libreta electrónica de datos. Los instrumentos de la estación total registran de manera automática la lectura de las mediciones.



Figura (1.3.4)

Los equipos EDM permiten al topógrafo una medición rápida y precisa de distancias cortas o largas sobre cualquier tipo de terreno. Se puede escoger puntos de poligonales con facilidad si tener que preocuparse por seleccionar aquellos a los que se pueden llegar adecuadamente para la medición con cinta. Si los instrumentos no convierten distancias inclinadas a componentes horizontales, se tienen que efectuar las conversiones. Es necesario considerar la curvatura de la tierra y la refracción atmosférica para la determinación de los componentes horizontales si el desnivel entre los extremos de la línea es mayor a algunos cientos de metros o si se requiere una precisión mayor a 1/50,000. En particular, es necesario

recordar que todos los instrumentos se desajustan y que deben revisarse regularmente comparándolos con un estándar.

1.4 REGLA DE LA BRUJULA

El objetivo final que se persigue en el levantamiento de una poligonal cerrada, es que el polígono quede como una figura geométrica perfecta, por lo que en un polígono cerrado debe comprobarse tanto el cierre angular como el lineal.

Cierre angular:

En un polígono cerrado debe de cumplirse que los ángulos interiores. = $180^\circ(n-2)$ condición de cierre angular; suponiendo que tenemos un aparato con aproximación = $01'$ y se mide un ángulo cuyo valor esté comprendido entre $35^\circ 25' 30''$ y $35^\circ 26' 30''$, el aparato nos dará una lectura de $35^\circ 26'$, o sea que el error de lectura puede ser $\pm 30''$, es decir $\pm 1/2$ aproximación.

Entonces: $E_m = \pm a/2$, para un ángulo

Para n ángulos: $E_t = E_m \sqrt{n} = \pm a/2\sqrt{n}$, y

Tolerancia = $2(\pm a/2\sqrt{n})$, por lo que se toma en general:

$$\text{Tolerancia} = \pm a\sqrt{n}$$

a = aproximación del aparato

n = número de ángulos medidos, del polígono.

Ejemplo Si tenemos un polígono de 5 lados medidos con tránsito de $01'$:

$$\Sigma \text{ángs. Intr.} = 180^\circ(5-2) = 540^\circ 00'$$

Y la suma de los ángulos medidos debe de quedar entre $540^\circ 02'$ y $539^\circ 58'$ si el error es tolerable, se compensa repartiéndolo entre todos los ángulos del polígono por igual, siempre que todos ellos hayan sido medidos en igualdad de condiciones; o se reparte arbitrariamente aplicado el criterio que convenga según las condiciones de campo de las medidas y la longitud de los lados que forman los ángulos. Debe procurarse variar lo menos posible los ángulos formados por lados largos, para afectar la figura lo menos posible.

Cierre Líneal:

La condición para que un polígono cierre linealmente es que la suma algebraica de las proyecciones de sus lados sobre 2 ejes rectangulares, sea nula independientemente de cada eje.

La orientación que más conviene para los ejes es la de los puntos cardinales, es decir, tomar ejes Norte-Sur y Este-Oeste, pues tenemos los ángulos que forma cada lado con ellos, que son los rumbos.

$$\text{Condición de cierre líneal } \Sigma \text{proys. N} - \Sigma \text{proys. S} = 0$$

$$\Sigma \text{proys. E} - \Sigma \text{proys. W} = 0$$

Para cada lado:

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

Proys. Sobre el eje Y (N-S) = Long x cos rumbo

Proys. Sobre el eje X (-W) = Long x sen rumbo

Los rumbos deben de ser los calculados con los ángulos interiores compensados. Las proyecciones hacia el N y hacia el E serán positivas y negativas hacia el S y al W, Recorriendo el polígono en un mismo sentido, las iniciales de sus rumbos dan el sentido de las proyecciones. Así por ejemplo u lado del rumbo SW, se proyectará al Sur y al Oeste.

Obsérvese que como se trata de proyecciones, estas son, pudiera decirse, las componentes de cada lado, como si fueran fuerzas y la posición de los ejes no interesa por ahora, solo la orientación.

El error en cada eje es la diferencia entre las sumas de proyecciones, y el error total (Et) es la hipotenusa (A'A) del triángulo formado por ambos errores.

Error por unidad de longitud de polígono: Et/L (longitud total del polígono)

Esta expresión se acostumbra ponerla con la unidad en el numerador para hacerla más objetiva y también para compararla con las especificaciones que se fijan para las diversas clases de trabajos, tales como: 1/100, 1/5000, etc. Si $Et \leq$ tolerancia: se compensa; $Et >$ tolerancia se repite el trabajo, o se revisa para encontrar algún error o errores que hayan causado que se excediera de lo tolerable.

Si resultase que el error total lineal es menor que la tolerancia especificada, se compensa para llegar al cierre perfecto.

La compensación puede hacerse por varios procedimientos, de los cuales los más empleados son: la Regla de la brújula y la regla del tránsito.

Regla de la brújula: Es el procedimiento más empleado, y está basado:

1º En que los errores en el levantamiento son accidentales y varían con la raíz cuadrada de la longitud de los lados directamente por lo que se corrige proporcionalmente a la longitud de los lados. 2º Que los errores angulares tiene efecto semejante a los del cadenamamiento. Ver figura (1.4.1)

Lado	Long.	R. Calc.	Sen R.	Cos R	PROYECCIONES ORIGINALES				CORRECCIONES		PROYECCIONES CORREGIDAS				COORDENADAS		Puntos		
					N (cos)	S (cos)	E (sen)	W (sen)	X	Y	N	S	E	W	X	Y			
AB																		A	
BC																		B	
CD																		C	
DE																		D	
KA																		K	
					ΣN	ΣS	ΣE	ΣW	ΣCx	ΣCy	$\Sigma N - \Sigma S$	$\Sigma E - \Sigma W$							
					ΣI														
					$\Sigma I = L$														

$$\Sigma y = \Sigma N - \Sigma S \quad \Sigma x = \Sigma E - \Sigma W$$

$$Error\ total\ lineal = Et = \sqrt{Ex^2 + Ey^2}$$

Figura (1.4.1)

De lo anterior se tiene:

Corrección a la proyección Xy de un lado / error Xy = longitud del lado/ longitud total del polígono

$$\text{CorrXy}/E \text{ Xy}=\text{lado}/L;$$

$$\text{CorrXy}=(E\text{Xy}/L)\text{Lado}$$

El paréntesis contiene a una constate que representa el error en (x) ó en (y) por unidad de longitud de polígono.

1.5 REGLA DEL TRANSITO:

Esta regla está basada:

1º.- En que los errores en el levantamiento son accidentales;

2º.- Que las medidas de ángulos son más precisas que las medidas de longitud.

Co está regla se corrige proporcionalmente a las proyecciones de los lados, y se expresa así:

Corrección a la proyección Xy de un lado/Error Xy= Proyección del lado Xy/suma aritmética de todas las proyecciones del polígono Xy, es decir (ΣN+ΣS) ó (ΣE+ΣW)

$$\text{CorrecXy} = (E \text{ Xy}/\Sigma\text{proys. Xy}) \text{ proy. ladoXy}$$

Aquí el paréntesis contiene una constante que es el error por unidad de proyección.

Para comprobación de las correcciones calculadas debe cumplirse que:

$$[\Sigma Cx] = E_x \quad [\Sigma Cy]= E_y$$

El signo de las correcciones será tal que se sume a las proyecciones cuya suma es menor y se reste a las proyecciones cuya suma es mayor para equilibrarlas, a continuación se da un ejemplo donde se utiliza los métodos antes descritos ver figura (1.4.2):

Lado	Long.	R. Calc.	Sen R.	Cos R	PROYECCIONES ORIGINALES				CORRECCIONES		PROYECCIONES CORREGIDAS				Puntos	
					N	S	E	W	X(EW)	Y(NS)	N	S	E	W		
AB	500	N			500.0		0.0		3.2	1.5	501.5		3.2		A	
BC	848.6	NE45°00'			600.0		600.0		5.4	2.6	602.6		605.4		B	
CD	854.4	SE69°27'				300.0	800.0		5.4	-2.6		297.4	805.4		C	
DE	1019.8	SE11°19'				1000.0	200.0		6.6	-3.1		996.9	206.6		D	
EF	1118.0	SW79°42'				200.0		1100.0	-7.2	-3.3		196.7		1092.8	E	
FA	656.8	NW54°06'			385.0			532.0	-4.2	1.9	386.9			527.8	F	
SUMAS=					4997.6	1485.0	1500.0	1600.0	1632.0	32.0	15.0	1491	1491	1620.6	1620.6	
											ΣN=ΣS		ΣE=ΣW			

Figura (1.4.2)

$$\Sigma N - \Sigma S = 15 \quad \Sigma E - \Sigma W = 32$$

$$E t = \sqrt{15^2 + 32^2} = 35.3$$

$$\text{Error de cierre} = 35.3/4997.6 = 1/142$$

Esta fracción es la que debe de ser menor o igual a la tolerancia especificada. Aplicando el método de la brújula la corrección al lado AB sería:

$$C_y = 15/4997.6 * 500.0 = + 1.5$$

$$C_x = 32/4997.6 * 500.0 = + 3.2$$

Lado BC:

$$C_y = 15/4997.6 * 848.6 = +2.6$$

$$C_x = 15/4997.6 * 848.6 = +5.4$$

Y así sucesivamente se realizan las operaciones con todos los lados del polígono; aplicado ahora la regla del tránsito:

Lado CD:

$$C_y = 15/2985.0 * 300.0 = -1.5$$

$$C_x = 15/3232.0 * 800.0 = +8.0$$

2.- LEVANTAMIENTOS ALTIMÉTRICOS:

2.1. DEFINICIONES BÁSICAS

La determinación de elevaciones con un instrumento topográfico, conocida como nivelación, es un proceso relativamente simple pero de gran importancia. El significado de la obtención de elevaciones no puede ser más relevante. Es tan importante que no se puede concebir un proyecto de construcción en el que no sea crítico este proceso. El control de elevaciones es de gran importancia e todo tipo de proyectos, desde terraplenado de una granja o la construcción de un simple muro, hasta la construcción de proyectos de drenajes o de los edificios más grandes y los puentes más largos.

Una línea vertical es una línea paralela a la dirección de la gravedad en un determinado punto, es la dirección que asume el hilo de la plomada si a ésta se le permite oscilar libremente. Debido a la curvatura terrestre, dos plomadas que se encuentre en puntos separados por una cierta distancia no son paralelas, aunque se considera que lo son para fines de los trabajos de la planimetría.

Una superficie de nivel es aquella que tiene una elevación constante y es perpendicular a una línea a plomo en todos sus puntos, la mejor forma de representarlas es con un gran cuerpo de agua que no es afectado por las mareas.

La elevación de un punto en particular es la distancia vertical que existe arriba o debajo de éste, medida hasta una superficie de nivel generalmente el nivel del mar.

Una línea de nivel es una línea curva en una superficie de nivel con todos sus puntos a la misma elevación.

Una línea horizontal es una línea recta que es tangente a una línea de nivel en un punto dado.

Los levantamientos se clasifican en levantamientos de primer, segundo y tercer orden.

1.- Los levantamientos de primer orden se realizan para obtener la red principal de control nacional, los levantamientos de área metropolitana y los estudios científicos así como los utilizados en la defensa militar, en proyectos sofisticados de ingeniería, presas, túneles y en estudios de movimientos regionales de la corteza terrestre.

2.- Los levantamientos de segundo orden tienen una precisión un poco menor que los de primer orden. Se utiliza para conjuntar la base de datos de la red nacional y para contar con la información necesaria para el control metropolitano se utiliza en el control de las mareas, en grandes obras de construcción en carreteras interestatales, en el monitoreo de movimientos de la corteza, en renovación urbana y en presas pequeñas.

3.- Los levantamientos de tercer orden son un poco menos precisos que los de segundo orden son levantamientos de control general referidos a la red nacional se utiliza para levantamientos locales de control, en proyectos pequeños de ingeniería, en mapas topográficos a pequeña escala y en levantamientos limítrofes.

2.2. METODOS PARA DETERMINACIÓN DE ELEVACIONES:

Existen tres métodos generales de nivelación: el trigonométrico, el barométrico y la nivelación diferencial:

La **nivelación trigonométrica** es aquella en la cual se miden las distancias horizontales y los ángulos verticales, los cuales se usan para calcular los desniveles. Este método puede emplearse para establecer puntos inaccesibles, como los picos de las montañas, construcciones marinas etc. El método de la estadia, que es una variante de la nivelación trigonométrica, es muy útil para la elaboración de planos, nivelaciones poco precisas o levantamientos preliminares.

La **nivelación barométrica** consiste en la determinación de elevaciones midiendo los cambios en la presión del aire. Aunque las presiones barométricas pueden medirse con barómetros de mercurio estos instrumentos son pesados, voluminosos y frágiles, por lo que no son prácticos para fines topográficos. En su lugar se utilizan los barómetros metálicos o aneroides que son resistentes y ligeros pero menos precisos, denominados comúnmente altímetros.

Existen altímetros capaces de determinar elevaciones con una precisión de 0.60 m. Esta precisión es suficiente solamente para trabajos preliminares o de reconocimiento. Sin embargo, ofrecen la ventaja de poder determinar elevaciones aproximadas en grandes áreas. Si se emplean los barómetros aneroides más grandes y se aplican procedimientos adecuados, es posible obtener muchos mejores resultados.

Las lecturas de los barómetros tomadas en puntos con la misma elevación varían de acuerdo con las condiciones locales de presión del aire y son afectadas por las variaciones de humedad y temperatura. Si se utiliza un solo barómetro, se ajusta a una elevación conocida y luego se toman lecturas en otros puntos. Al terminar el trabajo, el barómetro se lleva de nuevo al punto original o de inicio y se toma ahí una nueva lectura. Si ésta es diferente, es necesario distribuir la diferencia entre los otros puntos.

En los trabajos de nivelación es conveniente utilizar más de un barómetro. Lo más adecuado es emplear al menos tres barómetros para obtener las elevaciones con una precisión razonable. Idealmente, se coloca un barómetro en una elevación conocida, mayor que la del punto deseado, y otro barómetro se coloca en un punto más bajo de elevación conocida. Se toman las lecturas con todos los barómetros y a partir de estas se pueden establecer las correcciones en el punto en el que se desea obtener la elevación.

La **nivelación diferencial**, conocida también como nivelación directa, es el método usual para obtener elevaciones. Se miden distancias verticales referidas a una línea horizontal, las cuales se emplean para calcular los desniveles entre varios puntos. Se utiliza un nivel de burbuja para fijar la línea de visual del telescopio. Esta es la línea horizontal supuesta con respecto a la cual se miden distancias verticales. Se coloca un estadal graduado en metros desde su base en un punto de elevación conocida. Se toma entonces la visual a través del telescopio y se registra la lectura, la elevación de la visual del telescopio tiene una elevación igual a la del terreno sumada a la lectura del estadal, es decir, la distancia vertical desde el terreno hasta la línea de la visual, a continuación se coloca el estadal en otro punto cuya elevación se desea conocer. Se toma una visual sobre el estadal e ese nuevo punto, obteniéndose su elevación, que es igual a la elevación de la línea de visual menos la lectura del estadal. Este proceso se repite una y otra vez y se le conoce como nivelación directa.

2.3.- EQUIPO PARA NIVELACIÓN:

Un nivel consiste en un telescopio de alta potencia con un nivel de burbuja fijo en el de manera que al centrar la burbuja la línea de visual es horizontal. La finalidad del telescopio es fijar la dirección de la línea de visual y amplificar el tamaño aparente de los objetos observados. La invención del telescopio se atribuye al holandés Hans Lippershey, especialista en óptica, alrededor de 1607. Durante la época de la colonización de Estados Unidos, los telescopios eran demasiado grandes para utilizarse en topografía práctica, por lo que no fueron empleados como parte de los instrumentos topográficos sino a fines del siglo XIX. El uso de telescopios incrementa enormemente la velocidad y precisión con las que pueden realizarse las mediciones. Estos telescopios cuentan con un hilo vertical en la retícula para visar los puntos y un hilo horizontal con el cual se hacen las lecturas en los estadales de nivelación. Adicionalmente, pueden contar con hilos de estadía superior e inferior.

El telescopio consta de tres partes principales la lente del objetivo, la lente del ocular y la retícula, la lente del objetivo es la lente más grande y está colocada en el frente o extremo frontal del telescopio. El ocular es la lente pequeña que se encuentra en el extremo del observador. En realidad es un microscopio que amplifica y permite que el observador vea claramente la imagen que se forma en la lente del objetivo. Los hilos de la retícula y los hilos de estadía forman una red de líneas que se sujeta a un anillo metálico, denominado retícula, hilos de retícula o anillo de la retícula. En los aparatos antiguos, la retícula se formaba con los hilos de tela de araña o con alambres muy finos. Sin embargo, en los instrumentos actuales los hilos se encuentran impresos en una retícula de vidrio. La línea que se traza desde el punto de intersección de los hilos de la retícula y el centro óptico del sistema del objetivo se denomina línea de visual o línea de colimación.

Algunos telescopios antiguos son de enfoque externo, la lente del objetivo está montada en un soporte que se mueve hacia atrás y hacia adelante en el interior entre la lente del objetivo y la retícula.

El frasco del nivel es una parte esencial en la mayor parte de los instrumentos topográficos, es un tubo cerrado de vidrio que se fija con precisión en la superficie interior para que su mitad superior sea la forma curva y se estabilice la burbuja. Si el tubo no fuese de forma curva la burbuja sería muy errática en su

posición. El tubo se llena de algún líquido muy sensible generalmente un alcohol sintético purificado y una pequeña burbuja de aire. El líquido que se usa es estable y no se congela si se presentan variaciones normales de temperatura. La burbuja asciende hasta la parte superior del líquido contra la superficie curva del tubo. La tangente al círculo en este punto es horizontal y perpendicular a la gravedad. El tubo está graduado con divisiones que son simétricas con respecto a su punto medio; de esta forma al centrar la burbuja, la tangente al tubo es una línea horizontal paralela al eje del telescopio. En el caso de algunos instrumentos muy precisos, se pueden incrementar o disminuir la cantidad de líquido, lo que le permite al topógrafo ajustar y controlar la longitud de la burbuja cuando ocurren los cambios en la temperatura.

Nivel automático:

Los niveles automáticos son los más utilizados actualmente por los topógrafos. Este tipo de nivel es de fácil instalación y se encuentra disponible con casi cualquier intervalo de precisión que se requiera. Su utilización es adecuada para nivelaciones de segundo orden y se obtienen buenos resultados en nivelaciones de primer orden si se usa con un micrómetro óptico. El nivel automático cuenta con un pequeño nivel circular de burbuja y tres tornillos de nivelación y se le conoce como nivel esférico. Una vez centrada la burbuja de manera aproximada, el instrumento hace la nivelación fina de manera automática.

El nivel autonivelante cuenta con un instrumento en forma de prisma denominado compensador óptico suspendido mediante alambres no magnéticos. Al centrarse de manera aproximada el instrumento, la fuerza de gravedad que actúa sobre el compensador provoca que el sistema óptico se balance casi instantáneamente, hasta llegar a su posición tal que la línea de visual sea horizontal.

El nivel automático permite una mayor velocidad en la realización de las etapas de la nivelación y es particularmente útil en los sitios con suelo blando o cuando soplan vientos fuertes, ya que el instrumento se reajusta de manera automática cuando se desnivela ligeramente. Cuando el topógrafo usa un nivel común bajo estas condiciones adversas, debe revisar la burbuja constantemente cuidando que permanezca centrada.

Si ocurre una falla en el compensador, el instrumento no se autonivela y, por consiguiente, las lecturas posteriores serán incorrectas. Esto implica que el topógrafo también debe revisar en forma continua el funcionamiento del compensador. Esto puede hacerse en algunos segundos si se gira un poco uno de los tornillos de nivelación del aparato, con lo que se cambian las lecturas del estadal. Si el compensador funciona de manera correcta, el instrumento se nivela automáticamente por sí mismo y la lectura del estadal regresa a su valor original.



Nivel electrónico digital:

El nivel electrónico digital es un instrumento automático, ya que después de centrarse su nivel de burbuja de forma aproximada el compensador termina la nivelación. El telescopio y los hilos de la retícula del instrumento se pueden emplear para hacer lecturas, como con los otros niveles, pero fue diseñado principalmente para efectuar lecturas electrónicas. El topógrafo dirige la visual sobre el estadal que cuenta con un código de barras. Una vez hecho esto se presiona un botón y el instrumento compara la imagen de lectura del estadal con una copia del código de barras que conserva en su memoria electrónica. En seguida muestra en la pantalla la lectura numérica del estadal así como la distancia hasta el mismo.



Nivel basculante:

Un nivel basculante es aquel cuyo telescopio se puede voltear o girar con respecto a su eje horizontal. El instrumento puede nivelarse rápidamente de forma aproximada con el uso de un nivel de burbuja o circular. Con el telescopio apuntando hacia el estadal, el topógrafo gira una perilla basculante que desplaza el telescopio a través de un ángulo vertical pequeño hasta que lo nivela.

El nivel basculante tiene un conjunto especial de prismas que permiten al usuario centrar la burbuja por medio de una burbuja de coincidencia. Las dos mitades de la burbuja son en realidad la mitad de los extremos de una sola burbuja y pueden coincidir al centrar la burbuja. A través de un microscopio pequeño que se ubica cerca del ocular del telescopio se observa la imagen de la burbuja dividida en dos. A medida que se ajusta los tornillos de nivelación y la burbuja asciende dentro del frasco, las imágenes de los extremos de la burbuja se mueven en direcciones opuestas. Cuando el instrumento está nivelado correctamente, las dos imágenes coinciden en una forma continua en forma de U. Los fabricantes que las burbujas divididas se pueden centrar de forma mucho más precisa que las burbujas no coincidentes. Los niveles basculantes son muy útiles si se requiere de alto grado de precisión en los levantamientos. Probablemente, desde el punto de vista económico, no se justifica su uso en levantamientos topográficos comunes, como en movimientos de tierras, debido al tiempo que requiere para hacer coincidir las burbujas.



Nivel láser:

El rayo láser se utiliza con efectividad en varias operaciones topográficas. Se aplica comúnmente para generar una elevación de referencia conocida o punto a partir del cual se toman mediciones de construcción.

El láser que se emplea en la construcción y la topografía se clasifican en las categorías generales de: láser de un solo rayo y láser de rayo rotatorio. El láser de un solo rayo proyecta una sola línea que puede verse el objeto visado, sin importar las condiciones de iluminación. La línea se puede proyectar en dirección vertical, horizontal o inclinada. La línea vertical constituye una línea a plomo muy larga, algo que los constructores han necesitado desde hace mucho tiempo. Las líneas horizontales e inclinadas son muy útiles en la construcción de túneles y tuberías.

Un rayo láser rotatorio, que proporciona planos de referencia en áreas abiertas, puede girar rápida o lentamente o puede ser detenido para aplicarse como un solo rayo. En la actualidad los instrumentos láser rotatorios se autonivelan y determinan la línea de la plomada de forma automática, por lo que proporcionan planos de referencia verticales y horizontales. El rayo láser solo se emite cuando está nivelado. Si el instrumento se desplaza fuera de su posición, el láser detiene la emisión del rayo y no lo vuelve a emitir hasta que se encuentra nivelado de nuevo.

Esto es muy ventajoso en caso de que se trabaje con fuertes vientos. El rayo rotatorio puede establecerse para constituir un plano horizontal para la nivelación o un plano inclinado, como podría necesitarse en el trazo de pendientes en carreteras o estacionamientos. El rayo rotatorio tiene buena precisión en distancias de hasta 305m. Esto significa que se requiere de un número menor de estaciones y que, en caso de construcciones, el láser se puede colocar lejos y fuera del paso del equipo de construcción. Y a que generalmente el láser no es visible al ojo humano durante días soleados, se necesita algún tipo de detector. Éste puede ser una unidad pequeña que se sostiene a mano o se fija en el estadal, o puede ser un detector automático. Este último tiene un dispositivo electrónico que sube o baja dentro del estadal y localiza el rayo.

El rayo láser es de gran utilidad en el trazo de tuberías y estacionamientos, para fijar estacas de control de rellenos y excavaciones, en levantamientos topográficos etc.



Estadales para nivelación:

Existen varios tipos de estadales. Hay de una, de dos o tres piezas, mientras que otros son de secciones deslizantes o de bisagra o el fin de facilitar su transporte. Los estadales son de madera, fibra de vidrio, metálicos o de combinaciones de estos materiales. Por lo general están graduados desde cero en su parte inferior. El operador del instrumento lee directamente los estadales desde el instrumento a través del telescopio. A estos estadales se les denomina estadales de lectura directa. Algunos de ellos tienen una mira deslizante. El estadal se coloca en la posición deseada, según las señales del operador del instrumento y entonces procede a tomar la lectura correspondiente de forma directa sobre el estadal. A estos estadales se les llama estadales con mira, aunque esta designación es técnicamente incorrecta, ya que la mira es un solo un accesorio del estadal de nivelación de lectura directa común.

El estadal nunca debe arrastrarse sobre el terreno o través del agua, pasto lodo, y nunca debe permitirse que su base metálica golpee contra rocas, pavimento u otros objetos duros, ya que esto desgastaría gradualmente la base metálica y provocaría errores de nivelación por variaciones en la longitud del estadal. Tampoco se debe emplear para bajar hierbas o arbustos

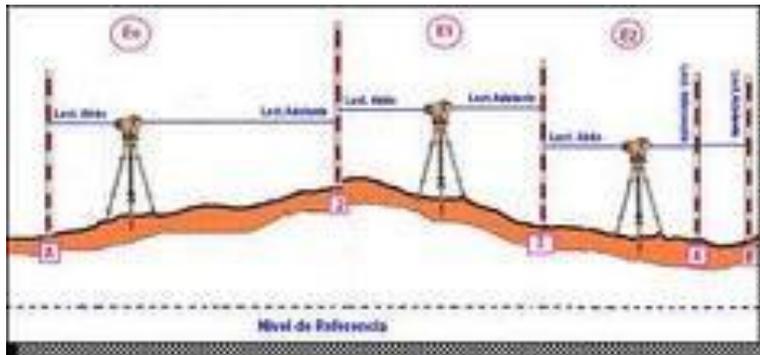
2.4 NIVELACIÓN DIFERENCIAL:

Es el proceso para obtener la diferencia de elevaciones, o desnivel, entre dos puntos donde se ubica un conjunto de líneas de nivel desde un banco de nivel 1, hasta un banco de nivel 2. El operador del aparato coloca el nivel en un punto conveniente y dirige la visual (hacia atrás) al estadal colocado en BN_1 . Con esto se obtiene AI . Posteriormente, el estadalero se mueve hacia otro punto adecuado (PL_1 en la dirección hacia el BN_2). El topógrafo o nivelador dirige una visual al frente hasta el estadal, con lo que está en condiciones de calcular la elevación del PL_1 . A continuación se traslada el nivel a un punto conveniente pasando el PL_1 , y se dirige la visual atrás hacia PL_1 . Con esto se obtiene la nueva AI . El estadalero se desplaza hacia una nueva posición PL_2 , y así sucesivamente. Se continúa con este procedimiento hasta que se determine la elevación del BN_2 .

La lectura atrás inicial se puede tomar hasta un punto de elevación conocida (u banco de nivel) o hasta un punto de elevación supuesta. Si la nivelación se inicia en un banco de nivel, las elevaciones que se determinan para puntos subsecuentes con elevaciones verdaderas o reales.

Por otro lado, si se supone la elevación del punto inicial, las elevaciones determinadas en los puntos subsecuentes serán relativas a la elevación supuesta. De cualquier forma, las diferencias de elevación entre los puntos son válidas aun cuando no se conozcan las elevaciones reales de todos los puntos. Esta es una nivelación diferencial verdadera. Hay diversas aplicaciones de la topografía en las cuales lo importante es conocer la diferencia de elevación entre dos puntos y no la elevación verdadera de los mismos. Esto es particularmente cierto cuando no existen bancos de nivel cerca de los sitios de trabajo.

En la nivelación diferencial es muy importante que las longitudes de las visuales hacia atrás hacia el frente sean aproximadamente iguales para cada posición del instrumento. El objeto de esto es reducir en forma considerable los errores en aquellos casos en que los instrumentos estén desajustados, así como los errores debidos a la refracción atmosférica y la curvatura terrestre. La forma más fácil de obtener distancias aproximadamente iguales es por medio del conteo de pasos, pero una forma aún mejor es la utilización de mediciones de estadia.



Nivelación recíproca:

Los accidentes topográficos como ríos, lagos y cañadas, hacen difícil o imposible mantener cortas o iguales las longitudes de las visuales positivas o negativas. En tales casos se puede emplear la nivelación recíproca.

El nivel se sitúa sobre una de las márgenes de una corriente, en X, cerca de A y se toman lecturas de estadal en los puntos A y B. Como la visual XB es muy larga, se hacen varias lecturas para promediarlas. Se realiza lo anterior tomando una lectura girando los tornillos niveladores de manera que se desnivele el instrumento; luego se vuelve a nivelar y se toma nuevamente otra lectura. Se repite el procedimiento dos, tres, cuatro o más veces, y luego se traslada el instrumento a Y, en donde se sigue el mismo método.

Las diferencias de elevaciones entre A y B determinadas con el instrumento primero en X y luego en Y puede no concordar, debido a la curvatura y a la refracción, así como a los errores personales e instrumentales. Pueden ocurrir cambios en la refracción si transcurre mucho tiempo antes de hacer las observaciones en Y. El promedio de las dos diferencias de elevación se acepta como el valor correcto, si es satisfactoria su precisión. Se han creado métodos más perfeccionados de esta técnica para el cruce de obstáculos muy anchos y para lograr la más alta precisión.

Nivelación con tres hilos:

Como su nombre lo dice, la nivelación con tres hilos consiste en hacer lecturas en el estadal con los hilos superior, medio y inferior antiguamente se usó principalmente para trabajos de precisión, pero ahora es común en proyectos que exigen sólo precisión ordinaria. El método tiene las siguientes ventajas. Permite verificaciones respecto a equivocaciones en las lecturas y se obtiene mayor precisión al promediarse los valores de las tres lecturas y proporciona mediciones de estadia de longitudes de visuales para ayudar en el balanceo de distancias determinadas con lecturas hacia atrás y hacia adelante.

En el procedimiento de los tres hilos, la diferencia entre las lecturas de los hilos superior y medio se compara con la diferencia entre los valores medio e inferior. Estos deben coincidir dentro de una o dos de las unidades más pequeñas registradas generalmente 0.1 o 0.2 de la menor graduación del estadal; si no es así, las lecturas deben repetirse. En realidad, se usa un promedio de tres lecturas y una verificación del cálculo debe de dar un valor muy cercano al del hilo medio. La diferencia entre las lecturas de los hilos superior e inferior, multiplicada por la constante de estadia del instrumento de la distancia al estadal o longitud de visual.

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

Una muestra del registro de campo para el método de lectura de tres hilos se ilustra en la figura. Las lecturas aditiva en el BN A de 0.718,0.633 y 0.550, se alcanza con los hilos superior, medio e inferior, respectivamente, estas dan las diferencias superior e inferior multiplicadas por 100 de 8.5y 8.3m, que están dentro de la tolerancia o variación aceptable. La lectura total de estadia conseguida para la visual hacia atrás (o sea la suma de las diferencias o intervalos superior o inferior) da 16.8m

El promedio de las tres lecturas aditivas en el BN A, que es 0.6337m, concuerda dentro de 0.0007m con la lectura del hilo medio. La distancia hacia delante de 15.9m en este emplazamiento difiere en 0.9m de la distancia de estadia hacia atrás y, por tanto, es satisfactoria. La AI (104.4769m) para el primer emplazamiento de determina sumando el promedio de las lecturas hacia adelante en PL₁, se obtiene su elevación (103.4256). Este proceso se repite en cada estación.

NIVELACIÓN CON LECTURA DE TRES HILOS					
ESTADIA	L+	ESTADIA	L-	ESADIA	ELEVACIÓN
BN A					
	0.718		1.131		
	0.633	8.5	1.051	8	0.6337
	0.55	8.3	0.972	7.9	104.4769
3	1.901	16.8	3 3.154	15.9	-1.0513
	0.6337		-1.0513		
PL 1					103.4256
	1.151		1.041		
	1.82	6.9	0.969	7.2	1.082
	1.013	6.9	0.897	7.2	104.5076
3	3.3246	13.8	3 2.907	14.4	-0.969
			-0.969		
PL 2					103.5386
	1.908		1.264		
	1.841	6.7	1.194	7	1.841
	1.774	6.7	1.123	7.1	105.3796
	5.523	13.4	3 3.581	14.1	-1.1937
	1.841				
BN B					104.859
Σ	3.5567		Σ	-3.214	
	103.8432+3.5567-3.2140=104.859				

Nivelación de perfil:

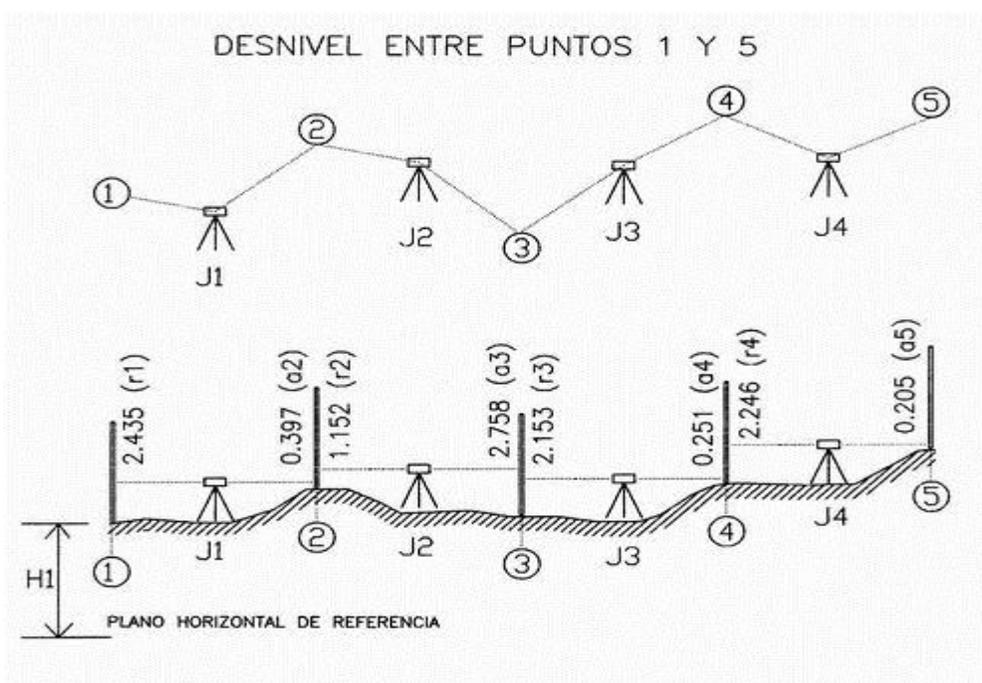
En los levantamientos de caminos o vías terrestres para carreteras o tuberías son indispensables elevaciones en cada estación situada 20m de la anterior, en los puntos de cambio de dirección, en los quiebres o cambios de pendiente del terreno y en puntos críticos, como son los cruces de caminos, puentes y alcantarillas. Al llevar estas elevaciones a la representación gráfica, se tiene un perfil, es decir una sección vertical de la superficie del terreno según una línea fija.

En la mayor parte de los proyectos de esta clase, se toma el perfil a lo largo de la línea de centros, la cual se estaca con estaciones a cada 20m. ó de ser necesario, a cada (10 o 15m). La nivelación de perfil, que es una forma especial de la nivelación diferencial, también necesita determinar puntos de liga sobre los cuales se toman lecturas positivas o negativas. Además, puede determinarse cualquier número de lecturas intermedias (sustractivas o negativas) a lo largo de la línea desde cada estación del instrumento.

Como puede verse en el registro, se toma una lectura positiva a un banco de nivel, y lecturas intermedias en las estaciones, en los quiebres de la superficie del terreno y en los puntos críticos, hasta alcanzar el límite de distancia visual precisa, luego se elige un punto de liga, se traslada el instrumento hacia adelante y se repite el procedimiento. El nivel se emplaza generalmente fuera de la línea de centros, para tener visuales de longitud más uniformes. Se colocan bancos de nivel fuera de las futuras construcciones, a lo largo de la ruta sobre una línea larga.

Es evidente que al hacer la verificación de página, en cuanto a cálculos aritméticos sólo pueden usarse las lecturas negativas tomadas en los puntos de liga. Por esta razón, y para aislar los puntos por situar, se prefiere emplear una columna separada para las lecturas intermedias.

Las lecturas que se toman en las superficies pavimentadas, como son caminos o calles, bordos de aceras o banquetas, andadores y vías de acceso, pueden ser al centésimo de metro. No son prácticas las lecturas tomadas en el terreno con mayor aproximación que 0.03m.



2.5 NIVELACIÓN BAROMÉTRICA:

La diferencia de alturas entre dos puntos pueden medirse aproximadamente, de acuerdo con sus posiciones relativas bajo la superficie de la atmósfera, en relación con el peso del aire. El peso se determina por medio del barómetro.

El barómetro descubierto por Torricelli (1608-1647), físico y geómetra italiano, es un instrumento para medir la presión o peso del aire mediante una columna de mercurio, cuya altura varía en función de las diferencias en la presión atmosférica en las diversas elevaciones en que se coloque.

A propósito recordemos la anécdota del célebre Blas Pascal (1623-1662), quien encomendó a M Perier, para demostrar la pesantez del aire, que se trasladara con un barómetro a varias alturas de la montaña del Puy-de-Dome (pico de 1465m. ubicado en el macizo central francés), pidiéndole que anotara la correspondiente altura en la columna de mercurio en cada uno de los puntos en el que colocara el barómetro. Perier encontró una diferencia de tres pulgadas en la columna de mercurio, entre la parte baja y la cima del Puy-de-Dome. Asombrado por esto repitió cinco veces el experimento. Pascal satisfecho de los experimentos de Perier, expreso convencido con el barómetro se tiene el medio de conocer si dos lugares están en el mismo nivel o cual de los dos es el más elevado, por distantes que estén uno del otro, y aun cuando fuesen antípodas, lo cual sería imposible por otro medio.

Pascal pensó que con el conocimiento de la altura mercurial era suficiente para deducir la diferencia de alturas entre dos puntos de la corteza terrestre. Con el tiempo se observó que la altura del mercurio depende tanto de la altura de los puntos en la atmósfera como de la temperatura del ambiente; interviene también la cantidad de vapor de agua en el ambiente y por supuesto la altitud del lugar, ya que está determina la variación de la intensidad de la gravedad. Otro físico francés, Ramond, descubrió que para evitar en alguna medida de los errores que se introducen como efecto de las variaciones producidas por cambios de temperatura y humedad, era necesario realizar las observaciones simultáneamente y de esa manera compensar el efecto perturban el orden ambas estaciones.

También indicó que el momento más favorable para hacer las observaciones en grandes alturas era el medio día, pues encontró que, por efecto del cambio de dirección del aire, la calma es casi completa permaneciendo prácticamente estacionario el barómetro.

Otros científicos han estudiado posteriormente el problema, por ejemplo el matemático francés Laplace (1749-1827), quien planteo la siguiente ecuación:

$$Z=18336(1+0.002845\cos 2\phi) (1+2(t+t')/1000)$$

$$(1+z/a\log h'/h+z/a*0.868589)$$

En la que:

Z= Diferencia de alturas entre dos puntos

t= Temperatura en grados centígrados del punto más elevado

t'= Temperatura en grados centígrados del punto más bajo

h= Lectura barométrica en milímetros en el punto más alto

h' = Lectura barométrica en el punto más bajo

ϕ = Latitud del lugar de observación (promedio entre ambas estaciones)

a = 6366198m.

Si se designa con r el radio de la tierra al nivel del mar, Z es la altura de un punto de la atmósfera sobre el nivel del mar, p la presión del aire en ese punto, g la intensidad de la gravedad en ese punto, ρ la densidad del aire en ese lugar, t la temperatura del aire en grados centígrados, α el coeficiente de dilatación del aire.

El tratamiento matemático de éste es abordado por M Bauerfeind en su libro *K elementos de topografía*, considerando las coordenadas espaciales de un punto material de un cuerpo fluido sobre el obran tres fuerzas según los ejes rectangulares.

Tiempo después los alemanes Gauss (1777-1855) y Bessel (1748-1846) introducen modificaciones a la formula barométrica hacia 1806. Más tarde el francés Regnault (1810-1879) introduce correcciones de la latitud y de la temperatura del aire así como la precisión, y descubre la constante 18417 en lugar de 18336, con lo que se alcanzó mayor precisión con una fórmula mejor lograda.

Después surgieron otra fórmulas como las utilizadas en la determinación de la altura del Chimborazo (volcán de los andes del Ecuador) que hoy sabemos que tiene una altura de 6310m. Sobre el nivel del mar y que por medio de las fórmulas barométricas existentes desde el siglo XIX se determinaron las siguientes alturas.

El barón de Humbolt (1769-1859) hizo las observaciones y encontró una altitud de 5879.0m.

El físico francés J.B. Biot con otra fórmula determinó una altitud de 5874.8m. El ingeniero mexicano Francisco Díaz Covarrubias (1837-1859) encontró una altitud de 5877.3 que utilizando directamente la fórmula de Laplace arrojaba una altitud de 5877.0m.

Existen tablas para la determinación de la altitud de un punto respecto al otro, pero en la práctica puede utilizarse la ecuación de Laplace simplificada:

$$Z = 18400(\log h' - \log h) (1 + 0.004 TM)$$

Dónde:

Z = diferencia de alturas entre dos puntos expresada en metros.

h' = Lectura barométrica en milímetros del punto más bajo

h = Lectura barométrica en milímetros del punto más alto

TM Promedio de temperaturas en grados centígrados tomadas en ambos puntos, así $T = (T_1 + T_2)/2$

Otro tipo de barómetro es el llamado aneroides, inventado por el mecánico francés Lucien Vidi en 1844, que consiste en una caja metálica de forma cilíndrica, hermética cerrada y de la cual se extrae el aire. Posee bases de la lámina acanalada de metal, muy delgadas. Los canales presentan una forma concéntrica salvo en el centro, donde tiene disco metálicos reforzados, uno de los cuales fija fuertemente la base interior de la cámara. Otro de ellos lleva un pilar grueso unido a una palanca.

Ésta a su vez va unida a un resorte de acero que comunica el movimiento a la parte superior de la caja, de acuerdo con las variaciones en la presión atmosférica que hunden las bases acanaladas para registrar aumentos en el peso del aire, tendiendo a su recuperación debida a la elasticidad cuando el peso disminuye.

Estos movimientos son pequeños, pero se ven aumentados gracias a un sistema de pequeñas palancas que transmiten el movimiento a unas manecillas. Éstas indican sobre la carátula graduada en la parte superior de la caja tanto la presión atmosférica como la altitud del lugar sobre el nivel del mar, expresada en metros.

En 1857 el inglés Goldschmid fabrica por primera vez un barómetro anerode que lleva su nombre; los barómetros aneroides ofrecen varias ventajas ya que pueden transportarse con mucha facilidad y proporcionan tanto la presión como la altitud. Actualmente se fabrican estos instrumentos, se les conoce como altímetro y dan magníficos resultados. Desde luego este tipo de nivelaciones no sustituye a los otros procedimientos en precisión, pero si en rapidez y son utilizados en diferentes trabajos de ingeniería.

Como se ha visto, estos aparatos están contruidos y contruidos por varias partes y diferentes materiales, por lo que será necesario considerar los efectos debidos a cambios de temperatura con los que se dilatan, en forma diferente las piezas y, si poseen dispositivos compensadores, habrá que efectuar la compensación por medio de la fórmula:

$$L = \alpha + FT (\Delta T)$$

L = lectura corregida

α = lectura directa

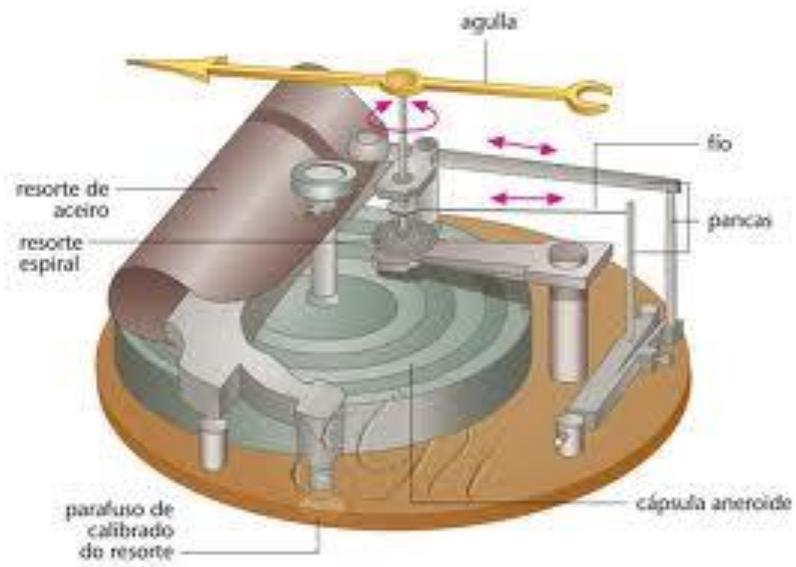
FT = factor de temperatura específico para cada aparato y que es proporcionado por el fabricante o se determina mediante comparación con un barómetro de mercurio.

ΔT = Incremento en la temperatura

La gran mayoría de estos aparatos se presentan compensados, es decir, proporcionan las mismas lecturas a diferentes temperaturas. Hay que tener mucho cuidado en su manejo pues su mecanismo es muy delicado; no hay que sacarlos nunca de su estuche y es necesario protegerlos al ser transportados, evitar que permanezca expuesto a los rayos solares por mucho tiempo o almacenarlos en lugares calientes.

Para hacer las observaciones, coloque el aparato siempre en posición horizontal al aire libre. Cuando el barómetro anerode no proporciona directamente la altitud, considerando los fundamentos del cálculo del barómetro de mercurio a una temperatura de 0° C al nivel del mar y una latitud de 45°, úsese la siguiente fórmula:

$$Z = 18400 (\log h' - \log h) (1 + 2(T_1 + T_2)/1000)$$



2.6 NIVELACIÓN TRIGONOMETRICA:

Este método basa sus soluciones en las de un triángulo rectángulo situado en un plano vertical. La hipotenusa del triángulo es la línea que une los puntos entre los cuales se desea saber el desnivel; la base es la línea que va de un punto a la vertical bajada desde el otro y que representa la altura del triángulo y, en este caso, el desnivel.

Uno de los ángulos agudos y el lado horizontal medido en el terreno determinan, mediante funciones trigonométricas, la diferencia de nivel entre los puntos. Estos trabajos pueden realizarse con una cinta y un clisímetro o con cinta y tránsito o teodolito.

- a) Supongamos que se desea medir la altura de un árbol, consideremos que el punto más alto coincide con el centro del diámetro del árbol bajando una línea vertical y colocamos el aparato a una distancia $L = l + r$. Se nivelan perfectamente bien tanto las burbujas de los niveles tubulares del plato como la del telescopio, fijando el movimiento con el tornillo correspondiente y llevando la burbuja al centro con el tornillo tangencial. Tendremos así una visual horizontal y, si el círculo vertical no está incorrecto, marcará $0^{\circ}0'$. A continuación se levanta el telescopio hasta que visemos la parte más alta, anotando el valor del ángulo vertical α .

Debemos considerar la altura del aparato, ya que esto define un triángulo semejante y paralelo al que forman la distancia L y H la altura del árbol. A sí por trigonometría tenemos:

$$\tan \alpha = h / L$$

$$H = L \tan \alpha$$

$$H = h + A_i$$

Si $L = 60\text{m}$ y $\alpha = 26^{\circ}10'$ y $A_i = 1.50\text{m}$ entonces:

$$H = 60 (\tan 26^{\circ}10') + 1.50$$

$$H = 30.980\text{m}.$$

- b) Supóngase ahora que se desea determinar la altura de un montículo cuyo punto más alto es el punto C:

Colocamos el aparato en el punto A cualesquiera, nivelamos perfectamente el aparato, como se describió anteriormente, y después medimos el ángulo α ante la imposibilidad de determinar la distancia L , que en este caso es la recta AD. Colocamos el aparato en un punto B sobre la recta AD y se busca que quede a la misma altura que en la posición anterior para leer ahora el ángulo σ .

Medimos la distancia AB con mucho cuidado, nos quedan por determinar: BD, así como h y H , por lo que procederemos de la siguiente manera:

$$AB + BD = h \cot \alpha; \quad BD = h \cot \sigma$$

Sustituyendo valores nos queda:

$$AB + h \cot \beta = h \cot \alpha$$

Despejando:

$$AB = h (\cot\alpha - \cot\beta)$$

Entonces:

$$h = AB / \cot\alpha \pm \cot\beta$$

Conocida h podemos calcular BD:

$$BD = h \cot\beta$$

$$H = h + Ai \text{ y } L = AB + BD$$

No siempre es fácil colocar el tránsito a la misma altura, por lo que pondremos el aparato sobre un punto como el B pero a cualquiera altura así tendremos Ai_1 y Ai_2 distancias entre sí y haremos las deducciones correspondientes tenemos que:

$$RT = m + x ; x = y \cot\theta$$

$$RT = m + y \cot\theta$$

$$h = SV = m + y \cot\theta / \cot\gamma - \cot\theta$$

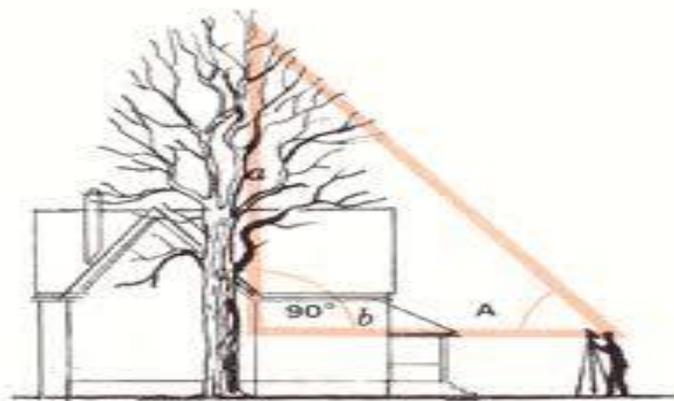
Sustituyendo en la ecuación anterior:

$$L = h / \tan \gamma$$

$$L = m + x + n$$

m se conoce, x se puede calcular y $n = (h + y) / \tan \theta$ y resulta de la diferencia de $Ai_1 - Ai_2$

Determinar H en estas condiciones no representa ya ninguna dificultad. Pueden presentarse otros casos, pero que con un análisis semejante a los anteriores podrán ser resueltos. Cabe mencionar que, cuando las distancias se alargan ya sea en los ejemplos anteriores o en las poligonales en las que se desea conocer la altura o cota de sus vértices, o bien en triangulaciones, será necesario considerar los errores por refracción de la luz y los producidos por la curvatura de la tierra.



3.- DETERMINACIÓN DE ÁREAS:

Las áreas de terreno se calculan por medio de diferentes métodos. Uno muy rudimentario, sólo debe utilizarse con fines estimativos, es el método gráfico que consiste en dibujar la poligonal a escala en un papel milimétrico para después contar el número de cuadros que están dentro de la poligonal. El área de cada cuadro se determina a partir de la escala utilizada en el dibujo de la figura, con lo cual se puede tener una estimación aproximada del área.

Un método similar con el cual se obtienen resultados mucho mejores, aunque también sólo es adecuado con fines estimativos, es el uso del planímetro. Se dibuja con mucho cuidado la poligonal a escala y se emplea el planímetro para medir el área de la poligonal en el papel. A partir de este valor y con la escala del dibujo se calcula el área del terreno. Si se realiza un trabajo cuidadoso, es probable alcanzar una estimación del área con una aproximación de 0.5% a 1.0% de los valores correctos.

3.1 ÁREAS POR DIVISIÓN DE TRIÁNGULOS:

Un método útil y preciso para la obtención de áreas de las poligonales que tienen sólo algunos lados es el método del triángulo. La poligonal se divide en triángulos y las áreas de éstos se calculan por separado, las formulas necesarias se muestran en la figura 3.1 donde se ilustran varias poligonales. Si la poligonal tiene más de cuatro lados, es necesario obtener los valores de otros ángulos y distancias a través de mediciones en campo o largos cálculos en oficina. Para una figura de cinco lados las áreas de los triángulos ABE y CDE se obtiene como se mencionó, pero se necesita información adicional para la determinación del área BCE. Este problema es más grande en el caso de poligonales que tiene más de cinco lados. En estos casos se recomienda al topógrafo que utilice alguno de los métodos que se describen más adelante.

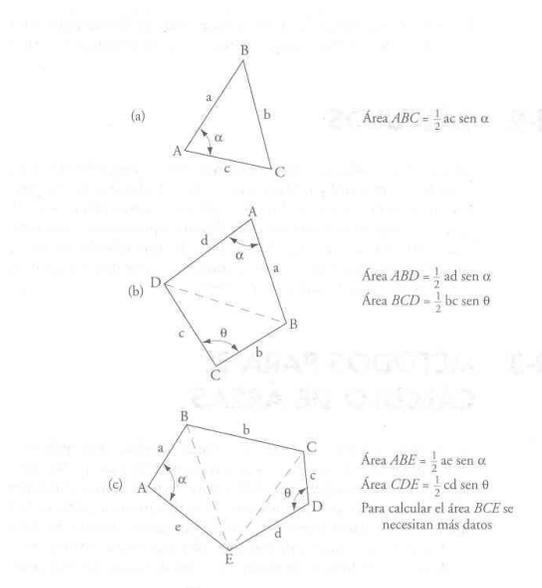


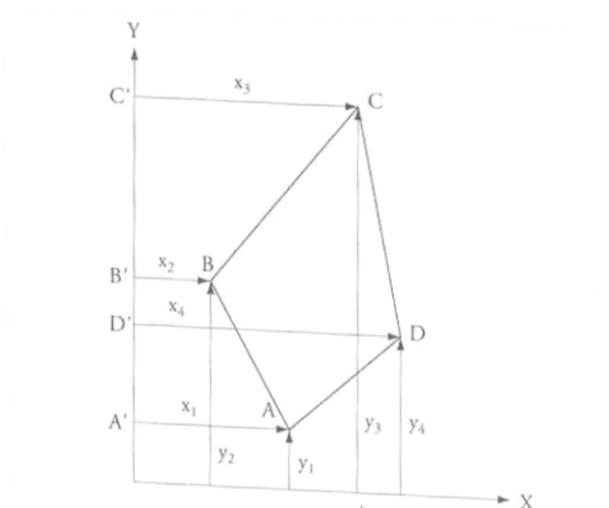
Figura 3.1

3.2. ÁREA MEDIANTE EL MÉTODO DE COORDENADAS:

Otro método útil en el cálculo de coordenadas de terrenos es el método de coordenadas, algunos topógrafos prefieren este método en lugar del de dobles distancias meridianas porque sienten que existen menos probabilidades de cometer errores matemáticos. El trabajo a desarrollar es aproximadamente el mismo en ambos métodos. En lugar de calcular las DDM para cada lado, se calculan las coordenadas de cada vértice de la poligonal y entonces se aplica la regla de las coordenadas, esta regla se demuestra en la figura 3.2.1, prácticamente de la misma manera en que se obtuvo la regla DDM.

En esta figura se observa que para la determinación del área de una poligonal, cada coordenada “y” se multiplica por la diferencia entre las dos coordenadas “x” adyacentes (utilizando una convención de signos consistente, como aplicar signos negativos a los siguientes y positivos a los precedentes).

Se toma la suma de estos valores y el resultado que se obtiene equivale al doble del área considerada. Las operaciones pueden revisarse rápidamente multiplicando cada coordenada “ x ” por la diferencia en las dos coordenadas “ y ” adyacentes.



$$\text{Área ABCD} = \text{C'CDD}' + \text{área D'DAA}' - \text{área C'CBB}' - \text{área B'BAA}$$

$$\begin{aligned} \text{Área ABCD} &= (1/2)(x_3 + x_4)(y_3 - y_4) + (1/2)(x_4 + x_1)(y_4 - y_1) - (1/2)(x_3 + x_2)(y_3 - y_2) \\ &\quad - (1/2)(x_2 + x_1)(y_2 - y_1) \end{aligned}$$

Multiplicando estos valores y agrupando términos resulta:

$$2 \text{ área} = y_1(-x_2 + x_4) + y_2(-x_3 + x_1) + y_3(-x_4 + x_2) + y_4(-x_1 + x_3)$$

Figura 3.2.1.

3.3. ÁREA MEDIANTE MÉTODO DE COORDENADAS ALTERNATIVO:

Existe una variación muy simple del método de coordenadas para el cálculo de áreas que es un poco más fácil de recordar y de aplicar, en este caso se hace referencia a la figura 3.3.1, donde se ilustran las coordenadas “x” y “y” de los vértices de una poligonal la fórmula que se presentó en la figura 3.2.1 se escribe de nuevo de la siguiente forma:

$$2A = X_1Y_2 + X_2Y_3 + X_3Y_4 + X_4Y_1 - Y_1X_2 - Y_2X_3 - Y_3X_4 - Y_4X_1$$

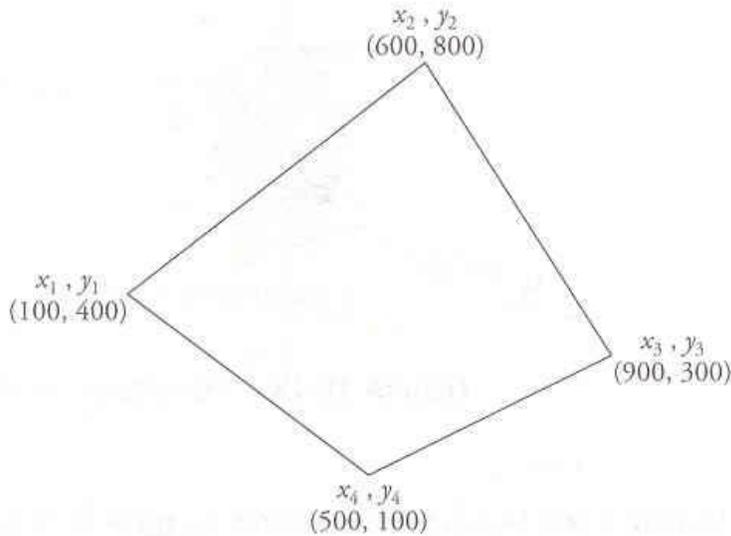


Figura 3.3.1.

Con esta expresión es posible hacer un cálculo rápido del área contenida dentro de la poligonal, siguiendo los pasos que se numeran a continuación:

1. Para cada uno de los vértices de la figura se escribe una fracción en la cual x es el numerador y y es el denominador. Éstas se escriben en una línea horizontal y la fracción del primer vértice o vértice inicial se repite al final de la línea. A continuación se dibuja una línea diagonal continua de x_1 a y_2 , de x_2 a y_3 , y así sucesivamente. Después se dibuja una línea diagonal discontinua de y_1 a x_2 , de y_2 a x_3 y así sucesivamente.



2. La suma de los productos de las coordenadas unidas por las líneas continuas menos la suma de los productos de las coordenadas unidas por las líneas discontinuas es igual al doble del área de la poligonal. Esto representa exactamente la fórmula que se indica al inicio de esta sección.

$2A$ = la sumatoria de los productos con línea continua menos la sumatoria de los productos con línea discontinua

$$\begin{array}{ccccccccc}
 \frac{100}{400} & \xrightarrow{\text{---}} & \frac{600}{800} & \xrightarrow{\text{---}} & \frac{900}{300} & \xrightarrow{\text{---}} & \frac{500}{100} & \xrightarrow{\text{---}} & \frac{100}{400} \\
 & \xrightarrow{\text{---}} & & \xrightarrow{\text{---}} & & \xrightarrow{\text{---}} & & \xrightarrow{\text{---}} & \\
 & & & & & & & & \\
 2A & = & (100)(800) & + & (600)(300) & + & (900)(100) & + & (500)(400) & - & (400)(600) \\
 & & - & (800)(900) & - & (300)(500) & - & (100)(100) & = & -570\,000 \\
 A & = & 285\,000 & \text{ft}^2
 \end{array}$$

3.4. ÁREA MEDIANTE EL MÉTODO DE DOBLE DISTANCIA MERIDIANA:

El método más conocido para el cálculo de áreas de terrenos utilizando calculadoras de mano es el método de dobles distancias meridianas (DDM). La distancia meridiana de una línea es la distancia (paralela a la dirección este-oeste) medida del punto central de la línea hasta el meridiano de referencia. Obviamente, la doble distancia meridiana de una línea es el doble de su distancia meridiana. Se demostrará que si se multiplica la DDM de cada lado de una poligonal cerrada por su proyección Y ajustada y se suman algebraicamente estos valores, el resultado será igual a dos veces el área comprendida dentro de la poligonal.

Las distancias meridianas se consideran positivas si el punto central de la línea se encuentra al este del meridiano de referencia y negativa si están al oeste. En la figura 3.4.1 se presenta la distancia meridiana positiva del lado EA mediante la línea horizontal discontinua.

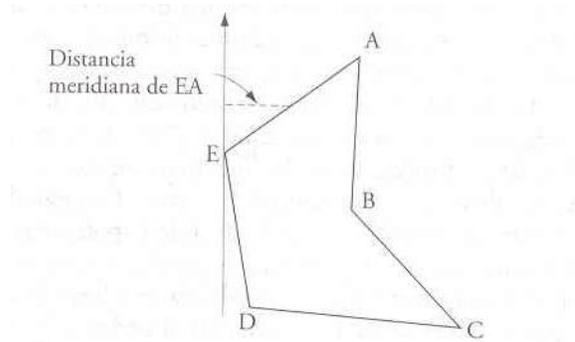


Figura 3.4.1

Para tener una convención en los signos, se supone por lo general que el meridiano de referencia pasa por el vértice que se ubica más al oeste o más al este de la poligonal. Con el fin de que el topógrafo pueda determinar estos puntos con más facilidad, se puede apoyar con un croquis hecho a mano de la poligonal.

Indica el dibujo en cualquier vértice de la poligonal y grafica sucesivamente las proyecciones X de cada línea hacia el este u oeste hasta regresar al vértice inicial. La localización de los puntos deseados se deduce fácilmente del croquis. En la figura 3.4.2. se localiza de esta manera los puntos ubicados más hacia el oeste y más hacia el este de la poligonal.

Puede observarse que la DDM del lado EA es igual al doble de su distancia meridiana o igual a su proyección X. La DDM del lado AB es igual a dos veces la proyección X de EA más dos veces la mitad de la proyección Y de AB. De esta forma se puede determinar la DDM de cualquier lado de la poligonal.

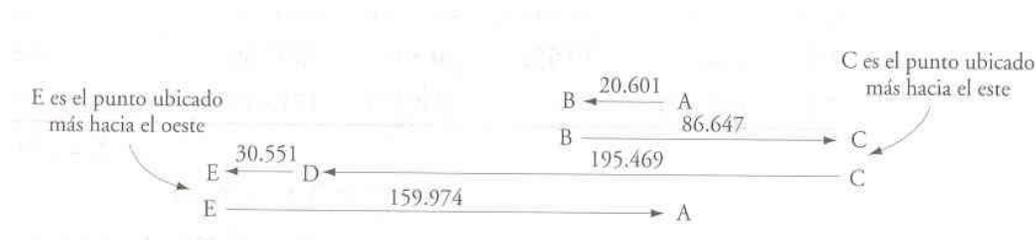


Figura 3.4.2

Analizando este proceso, el estudiante puede deducir la siguiente regla para determinar las DDM que permite simplificar los cálculos: la DDM de cualquier lado es igual a la DDM del lado precedente más la proyección X del lado precedente más la proyección X del lado en cuestión. Se deben emplear los signos de las proyecciones X y observar que la DDM del lado precedente debe ser igual a la proyección X de ese lado, pero necesariamente de signo opuesto.

Para entender por qué es útil la DDM para el cálculo de áreas se hace referencia a la figura 3.4.3. En este análisis se considera que las proyecciones Y hacia el norte son positivas y las proyecciones Y hacia el sur son negativas. Si la DDM del lado AB, que es igual a $B'B$, se multiplica por su proyección Y, el resultado será más dos veces el área del triángulo $B'BA$, que está fuera de la poligonal. Si la DDM del lado BC se multiplica por sus proyección $YB'C'$, que es negativa el resultado será menos dos veces el área trapezoidal $B'BCC'$, la cual está dentro y fuera de la poligonal. Por último, la DDM del lado CA multiplicada por su proyección $YC'A$ es igual a más dos veces el área ACC' , la cual es exterior a la poligonal. Si se suman estos tres valores, el total será igual al doble del área comprendida dentro de la poligonal, ya que se cancela el área exterior a la poligonal. Este mismo procedimiento puede utilizarse para demostrar que el método de DDM funciona para el cálculo del área contenida en cualquier poligonal cerrada formada por las líneas rectas.

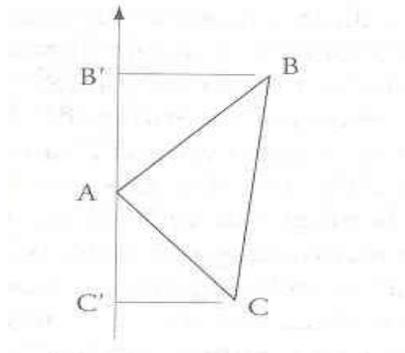


Figura 3.4.3

3.5.ÁREAS DE FIGURAS IRREGULARES:

Con mucha frecuencia, los límites de las propiedades o linderos se presentan con líneas irregulares, por ejemplo, el eje de un arroyo o el borde o eje de un camino en curva. En estos casos, no es factible trazar la poligonal exactamente sobre la línea del lindero. En vez de ello, resulta práctico trazar la poligonal a una distancia conveniente del lindero y localizar la posición del mismo trazando normales a las líneas de la poligonal, como se muestra en la figura 3.5.1. Si los linderos no cambian de forma abrupta, las normales se trazan a intervalos regulares; pero si lo hacen, las normales se trazan a intervalos irregulares, como se observa en ab y cd de la figura.

El área comprendida dentro de la poligonal cerrada puede calcularse empleando alguno de los métodos descritos con anterioridad, y el área comprendida entre la poligonal y el lindero irregular puede determinarse de forma separa y sumarse al otro valor.

Si el terreno en cuestión entre la línea de la poligonal y el lindero irregular se grafica a escala con cuidado, la superficie se puede obtener de manera satisfactoria con un planímetro. También se utilizan comúnmente otros métodos, como la regla del trapezoide, la regla de un tercio de Simpson u otro método de coordenadas que incluya líneas normales.

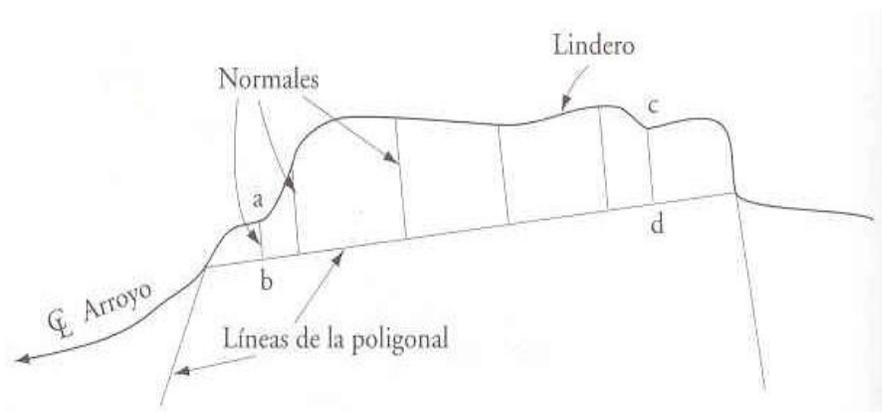


Figura 3.5.1.

4.- LEVANTAMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.

4.1. LEVANTAMIENTOS PRELIMINARES.

Los primeros trabajos de un proceso de construcción consisten en el establecimiento de los linderos y la elaboración de los planos topográficos necesarios del terreno, a partir de los cuales se establecen las ubicaciones de las estructuras. Una vez que se cuenta con los planos finales del proyecto, el trabajo del topógrafo consiste en el establecimiento de las posiciones horizontales y verticales de las estructuras. En otras palabras, la topografía de la construcción incluye la transferencia de las dimensiones dibujadas en los planos al terreno, de manera que el trabajo de construcción se realice en su posición correcta. A este tipo de levantamiento se le conoce a menudo como establecimiento de líneas y niveles.

Al trabajo del topógrafo en proyectos de construcción también se le denomina trabajo de replanteo o trazo, y a quien se le conduce se le conoce como ingeniero de trazo.

La topografía para la construcción empieza antes que la construcción misma y continua hasta la finalización del proyecto. La topografía es una parte esencial del proceso constructivo y requiere de la coordinación con otras operaciones para que redunde en un trabajo económico en el que se eviten las equivocaciones graves.

Los planos constructivos muestran las dimensiones y posiciones de las estructuras que se han de construir, como edificaciones, vías de comunicación, estacionamientos, tanques de almacenamiento, líneas de tuberías etc. El trabajo del topógrafo de la construcción consiste en ubicar los elementos proyectados en las posiciones deseadas sobre el terreno. Esto se realiza colocando marcas de referencia como estacas para construcción lo suficientemente cercanas al lugar del proyecto, que permita al personal que participa en el proyecto constructivo, como albañiles, carpinteros y otros especialistas, ubicar correctamente la obra con sus propias herramientas (reglas plegables, niveles de albañil, hiladas etc.)

El trabajo de los topógrafos de la construcción es muy variado. Por ejemplo, un día trabajan en los levantamientos topográficos del proyecto de una edificación, mientras que otro día se dedican a colocar estacas para la excavación que alojará una tubería. Con frecuencia, es necesario que realicen mediciones antes y después de ciertos tipos de trabajos por ejemplo calcular el volumen de los movimientos de tierras realizados por determinado contratista. En otras ocasiones colocaran estacas para guiar la construcción de cimentaciones, pueden alinear las columnas de un edificio con estructura de acero, así como hacer la revisión de una estructura terminada para verificar si está ubicada correctamente, entre otras actividades.

Un proyecto de construcción requiere principalmente de cuatro tipos de trabajos topográficos para su culminación:

1. Un levantamiento de la propiedad o de sus linderos con objeto de establecer la localización y las dimensiones de la propiedad.
2. El levantamiento para la determinación de las condiciones existentes, como curvas de nivel, características naturales y artificiales de la zona, corrientes, drenajes, líneas de energía eléctrica, caminos, estructuras cercanas etc.

3. Los levantamientos de la construcción, los cuales determinan la posición y elevación de los elementos constructivos. Estos levantamientos incluyen la colocación de estacas de nivelación, estacas de alineamiento y otros puntos de control de trazo
4. Por último, los levantamientos con los que se determinan las posiciones de las estructuras terminadas. Son los levantamientos de la obra terminada exactamente en la forma que quedó construida, y se emplean para revisar el trabajo del contratista y mostrar la ubicación de las estructuras y sus componentes (tuberías de agua, drenaje etc.) los cuales serán necesarios para dar mantenimiento, hacer modificaciones y realizar nuevos proyectos constructivos en el futuro.

Para elaborar los planos de una edificación, el arquitecto necesita contar con un plano de sitio para que el edificio pueda ser cuidadosamente ubicado. Estos planos se dibujan por lo común a una escala grande. La información que se incluye en los planos se refiere a los linderos de la propiedad, las elevaciones para la definición de curvas de nivel, la localización y dimensión de los edificios existentes en el sitio o adyacentes a él, así como los materiales empleados en su construcción, la ubicación de objetos fijos, las localizaciones de las calles existentes, guarniciones y banquetas, la ubicación de hidrantes, las dimensiones y ubicación de líneas de gas y de abastecimiento de agua, drenajes pluviales y sanitarios, incluyendo la localización de pozos de visita y las elevaciones de plantilla, la localización de líneas de energía eléctrica, líneas de teléfono, postes de luz árboles y otros objetos.

Antes de que se pueda iniciar el diseño de la estructura, es necesario proporcionar la información mencionada con anterioridad al grupo de ingenieros y arquitectos. Estos datos se proporcionan comúnmente a través del plano del sitio; en el caso de las edificaciones, se les conoce como plano del terreno de construcción.

El trazo del edificio se basará en la información de este plano, sobreponiéndole el diseño propuesto del edificio. El plano final mostrará la localización del edificio con respecto a los linderos de las propiedades y con respecto a las calles, servicios públicos etc. Posiblemente se incluirán las curvas de nivel que existirán al finalizar la obra.

El levantamiento preliminar puede incluir un levantamiento de la estructura existente en el sitio y de las propiedades adyacentes que podrían verse afectadas por la nueva construcción. Estos levantamientos deben llevarse a cabo antes del inicio del trabajo de construcción. Deben incluir la medición de las posiciones horizontales y verticales de los cimientos de esas edificaciones, con el objeto de determinar posteriormente si ocurriera algún movimiento lateral o vertical durante la construcción.

A este respecto, cabe señalar que los asentamientos continúan por varios años después de la construcción de un edificio, y en el caso que los edificios ubicados en el sitio de la construcción o los edificios adyacentes a éste sean relativamente nuevos, pueden seguir asentándose. Por consiguiente, el asentamiento que ocurre en una edificación existente, cuando se construye una nueva, puede ser o no provocado por la nueva construcción.

El levantamiento de los edificios existentes debe incluir también un examen de las condiciones interiores y exteriores de los mismos para tomar un registro de su estado. Por ejemplo, deben notarse aspectos como la ubicación y dimensiones de las grietas que existan en los muros.



4.2. ESTACAS, TROMPOS Y SEÑALES DE CONTROL PARA LAS CONSTRUCCIONES:

Estacas y trompos: Una estaca es una pieza de madera de 2.5x5x45 centímetros, que tiene una punta en su extremo, para que sea más fácil clavarla en el terreno. La longitud de la estaca varía, según la consistencia del suelo y según los procedimientos adoptados por el personal que las va utilizar. Los trompos también son piezas de madera que generalmente miden 5x5 centímetros y cuya longitud varía, según el caso.

Es necesario hincar los trompos con bastante firmeza en toda su longitud y colocarlos a un lado una estaca llamada testigo con el propósito de hacer visible el sitio e identificar el trompo mediante los datos marcados en ella. En los sitios en donde la maleza o el zacate son altos se utilizan estacas bastante largas para evitar que se pierdan entre la vegetación. Las balizas, pintadas con franjas alternadas en blanco y rojo, solo se usan provisionalmente pues son fabricadas con bastante precisión y, por lo tanto, son demasiado costosas para dejarlas como señales permanentes. El procedimiento de tomar una visual hacia atrás con un instrumento, consiste en visar un trompo o una marca fijados previamente para usarlos como referencia; cuando se toma una visual hacia adelante se dirige el instrumento en el sentido en que se va desarrollando el trabajo, apuntando hacia un trompo que ha de hincarse, o bien hacia una señal que ha de colocarse.

Cuando se hinca una estaca se requiere hacerlo con mucho cuidado para asegurar que está alineada durante toda la operación, y que llegue a un nivel del suelo que sea lo suficiente firme y profundo para que no lo desplacen de su sitio los transeúntes o el personal de la obra.

En un terreno flojo, tal vez sea indispensable usar estacas de gran longitud. En terreno rocoso puede haber necesidad de dejar la roca al descubierto y marcar en ella, con cincel, la o las marcas pertinentes; si se prefiere usar una estaca y no se puede hincarla a mayor profundidad, habrá necesidad de contraventear con alambre o bien rodearla con piedras para afirmarla.

Cuando no se puede hincar una estaca, como sucede en la superficie dura de un camino, se hace en el piso una marca de cruz, con un cincel o con cualquier otra herramienta afilada y se pinta con gris, crayón etc.

Algunas veces se clava en el pavimento un pequeño clavo o tachuela para usarlo como señal, las referencias de ubicación, identificación etc. Se escriben a los lados, en las guarniciones o en algún muro cercano, y contiene toda la información respecto a la señal de que se trata. Los letreros se escriben con pintura o con crayón y en los registros de campo se consignan toda clase de detalles acerca de algunos

puntos importantes relacionados con las señales a fin de localizarlas de nuevo en caso de que se borren o se dañen.

Si un hilo impregnado de gis de color se mantiene tenso entre dos puntos de una línea y luego, levantándolo por en medio, se le deja azotar en el piso o el pavimento se dejara una marca visible a lo largo de la cual y a partir de ella se hacen las mediciones que se deseen. Tales marcas sustituyen los hilos de albañil y tienen la ventaja de que nadie tropieza con ellas.

Colocación de estacas y trompos para el control de una construcción se hincan a la distancia correcta, cuidando que esté muy bien alineado y luego se marca en él el punto de la línea y la raya de distancia; después se clava un listón o estaca de guarda para proteger y señalar el trompo, así como para proporcionar la información de registro a quien tenga que utilizarlo.

El establecimiento o determinación de puntos de control para la construcción, requiere que dichos trompos se coloquen bien alineados y a distancias correctas de los trompos de la poligonal. Midiendo desde estos últimos, se fija la distancia, y apuntando debidamente el telescopio del tránsito se logra el alineamiento la figura 4.2.1 indica el método que debe usarse para estos trabajos.

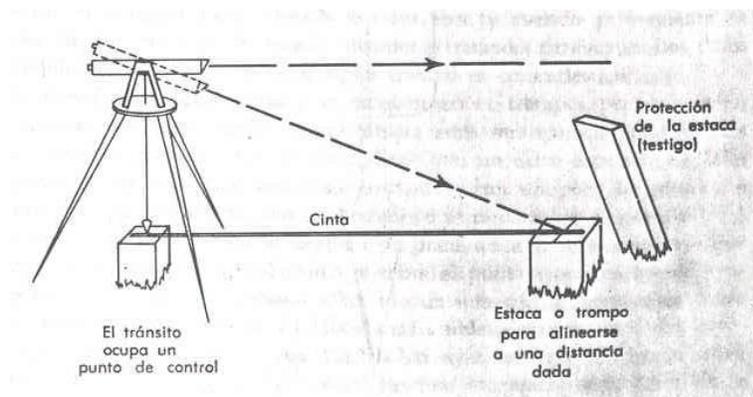


Figura 4.2.1

Para colocar en línea una estaca o un trompo, el topógrafo dirige al cadenero hacia la izquierda o hacia la derecha hasta que la punta de la estaca que éste le enseña quede exactamente en coincidencia con el hilo vertical de la retícula, cuando esto sucede, le da la señal de hincarla.

El topógrafo observa la estaca mientras el cadenero la va hincando para ver si sigue alineada. Luego para colocar el punto en la cabeza de la estaca le indica al cadenero los sitios (adelante y atrás de la misma) donde debe hacer unas pequeñas marcas de lápiz que después se unen, a fin de establecer el alineamiento sobre la propia estaca o trompo tal como se advierte en la figura 4.2.2.

Después se clava una tachuela o un pequeño clavo en el centro de la estaca, siempre y cuando previamente se haya medido la distancia correcta de algún trompo ya colocado. Los datos para la identificación de la estaca se escriben en el testigo.

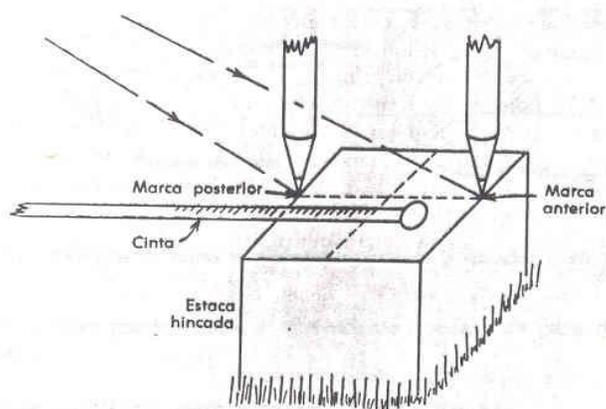


Figura 4.2.2.

En caso en que no se puedan hincar estacas o trompos, pero se puedan colocar clavos en el pavimento asfáltico, estos serán mucho más visibles si se clavan a través de una corcholata o de un disco especial. En tales casos, también pueden usarse marcas hechas con un poco de pintura o con un crayón; la información se escribe o se pinta sobre el pavimento.

Para visar el trompo el topógrafo a menudo le pide al ayudante que sostenga un clavo, lápiz o plomada sobre el punto exacto a fin de ayudarle a orientar el instrumento. El hilo de una plomada sostenida sobre un trompo a gran distancia se hace más visible, si se usa una mira especial para hilos ver figura 4.2.3.

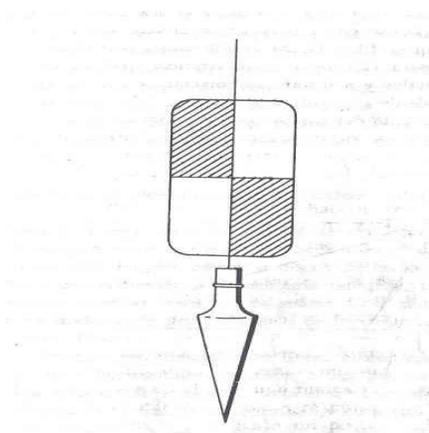


Figura 4.2.3.

Un ayudante experimentado sabrá hincar una estaca inclinada sobre el trompo, de manera que el hilo de la plomada cuelgue de ella exactamente sobre el punto, de modo que el topógrafo siempre pueda visarla y el ayudante quede libre para dedicarse a otras tareas.

Si es necesario visar un punto repetidamente y durante un periodo más o menos largo, se debe colocar sobre ese trompo alguna señal permanente, o bien se colocará una mira más allá, pero en la misma línea, sobre una pared o sobre una estaca bastante alta hincada expresamente o en un edificio, según convenga. En la figura 4.2.4. se muestran algunos ejemplos. Para este fin, también sirve una mira bien

pintada, o un trazo de crayón afinado en sus contornos con lápiz negro. Con este procedimiento se evita tener que enviar, cada vez, una persona al punto de referencia para colocar un lápiz o una plomada sobre el trompo a fin de hacerlo visible; también así, disminuye el riesgo de utilizar un trompo que no sea el correcto.

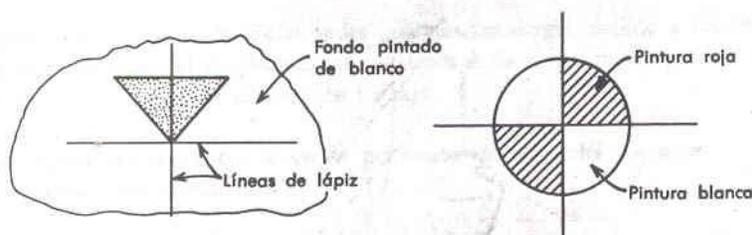


Figura 4.2.4.

Puntos de control permanentes y puntos provisionales: son los monumentos o mojones y los bancos de nivel son señales permanentes que casi siempre se construyen de concreto en el sitio mismo de su colocación. A veces son simples barras o discos de latón o de hierro anclados de manera que sobresalgan ligeramente del piso, para poder usarlos de referencia cuantas veces sea necesario. Con ellos se señalan alineamientos de los linderos de propiedades o de levantamientos de control, o bien se dan cotas fijas.

Una precaución muy recomendable es llevar el control de las medidas tanto verticales como horizontales, relativas a los puntos provisionales y permanentes. Las señales permanentes colocadas fuera del sitio de construcción, se verifican o comparan constantemente con los puntos provisionales que se encuentran dentro del área de trabajo, para descubrir de inmediato cualquier desviación que pudiera haber. Con esto se ahorrará tiempo, gastos y además, dificultades que pueden surgir, debido a los errores originados por el desplazamiento accidental de algún punto provisional de control colocado en el área de trabajo.

Colocación de un trompo permanente a partir de una estaca provisional: Si es necesario reemplazar un trompo con un monumento permanente, o bien quitarlo temporalmente durante la construcción, se podrá colocar de nuevo exactamente en su posición original, si se establece de antemano las referencias adecuadas. El procedimiento más sencillo consiste en establecer dos partes de referencia que formen dos líneas y, tal vez para mayor seguridad un tercer par de referencias a fin de contar con una línea más.

Cuando se coloca de nuevo el trompo, basta tender los hilos de albañil entre dos pares de referencias, para localizar el punto deseado en la intersección de los hilos. La tercera línea es de control, y a menudo resulta indispensable, si durante la operación alguien desplazara o destruyera accidentalmente una de las cuatro referencias, la figura 4.2.5 ilustra este procedimiento.

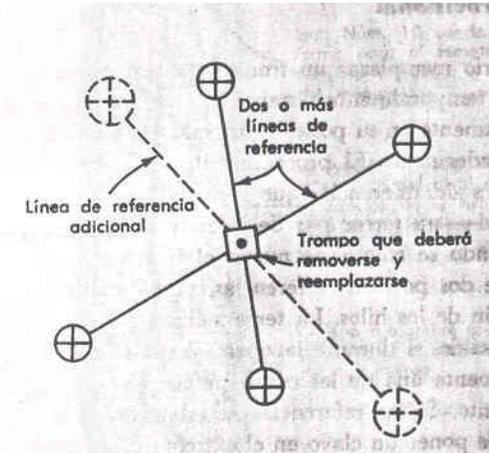


Figura 4.2.5.

Si las referencias se establecen por medio de estacas gruesas, se puede poner un clavo en el extremo superior de cada una, para amarrar en ellos los hilos de albañil y asegurar así el buen alineamiento de los mismos sobre el trompo. Después, se establece el punto sobre el trompo por medio de una plomada. Siguiendo este método, una sola persona puede efectuar toda la operación. A veces, para colocar de nuevo un trompo es más conveniente utilizar dos visuales obtenidas con dos tránsitos. En la figura 4.2.6 se ilustra.

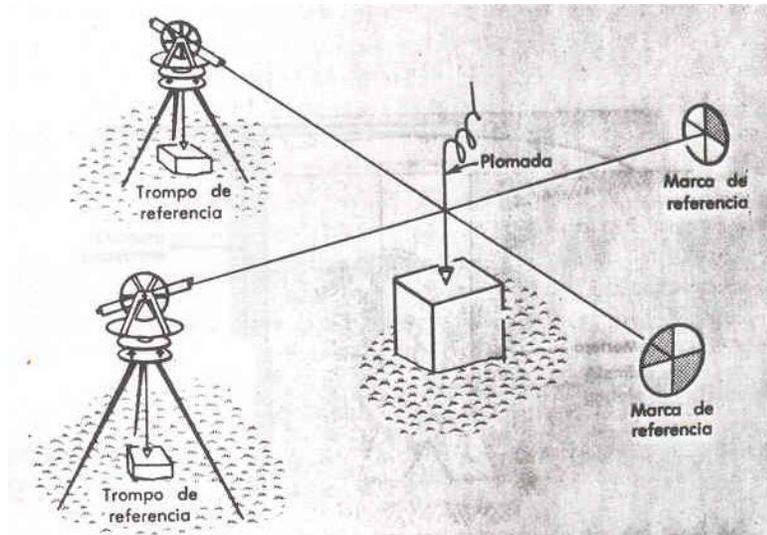


Figura 4.2.6.

Señales de control permanentes: A veces, en lugar de estacas es necesario colocar señales permanentes para evitar que se pierda o altere la información topográfica mientras dure la etapa de planificación. Para señalar dichos puntos de control permanentes, se pueden utilizar mojonos anclados en bases de concreto o de mampostería. En la figura 4.2.7. se muestran algunos ejemplos.

Entre otros tipos cabe mencionar las señales de control que tienen barras de acero debajo del concreto lo cual permite localizarlas por medio de una brújula de inclinación u otro detector magnético.

Aunque dichas señales dicese permanentes, siempre es necesario comprobar la posición de las mismas, si han de servir como referencia, después de que haya transcurrido algún tiempo desde que se colocaron. Es decir, no deben considerarse como referencias correctas en tanto no se verifique su ubicación. Esto se logra corriendo nivelaciones desde el banco de nivel en cuestión, hasta otros bandos o puntos de cota conocida, o bien midiendo desde una o varios puntos fijos para verificar su alineamiento.

Pues puede suceder que los clavos colocados en el pavimento asfáltico de una carretera se desplacen junto con éste a consecuencia del tránsito. Así mismo, las señales marcadas en las baldosas se pueden mover si éstas se levantan y se vuelven a colocar o si pasa por ellas algún vehículo pesado. Las heladas durante el invierno también pueden ocasionar el desplazamiento de una señal y modificar la cota de un banco de nivel de una manera determinante. Si se utilizan los anillos de pretilas de los registros del alcantarillado como puntos de referencia permanentes, también puede haber problemas si éstos se sacan y se colocan a mayor altura para igualarlos con la nueva capa del pavimento; inclusive se dan caso en que personas muy bien intencionadas sacan de su lugar los monumentos para evitar que se dañen mientras se trabaja en ese lugar y luego los vuelven a colocar en los que ellos creen su sitio original, debido a lo cual podrían producirse errores considerables si hubiera que usar posteriormente estos monumentos.

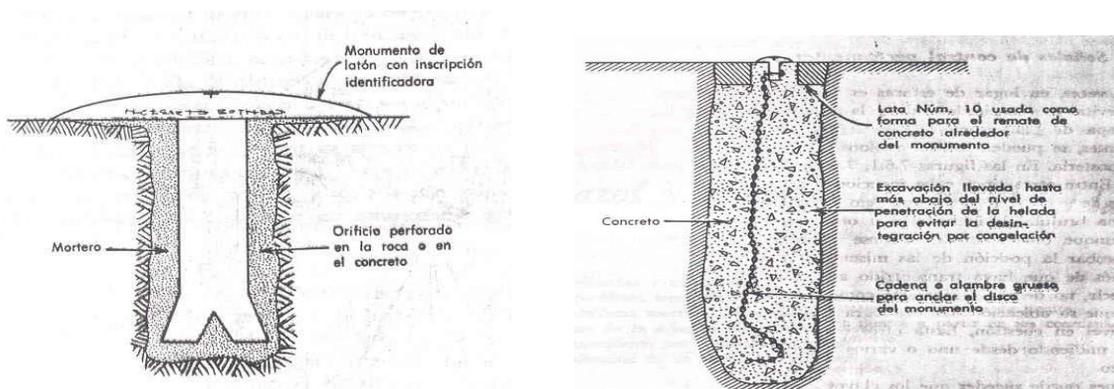


Figura 4.2.7.

4.3 TRAZOS Y SISTEMAS DE COORDENADAS:

Coordenadas y cuadrículas el plano de una construcción se puede trazar fácilmente en una cuadrícula usando un sistema de coordenadas. Las coordenadas son las distancias "x" y "y" medidas a partir de un par de ejes, tal como se estudia en álgebra: la coordenada "x" es la distancia medida a partir del eje "y", la coordenada "y" es la distancia medida a partir del eje "x". En agrimensura, la coordenada "y" usualmente se llama coordenada al norte y la "x" se llama coordenada al este. Si la construcción se localiza en el cuadrante noreste, como sucede muy a menudo, entonces tanto la "x" como la "y" son positivas, es decir, tienen signo +. Si la coordenada norte se extiende en el sentido negativo, se convierte en una coordenada sur; si se hace lo mismo con la coordenada este se obtiene una coordenada oeste como se ve en la figura 4.3.1.

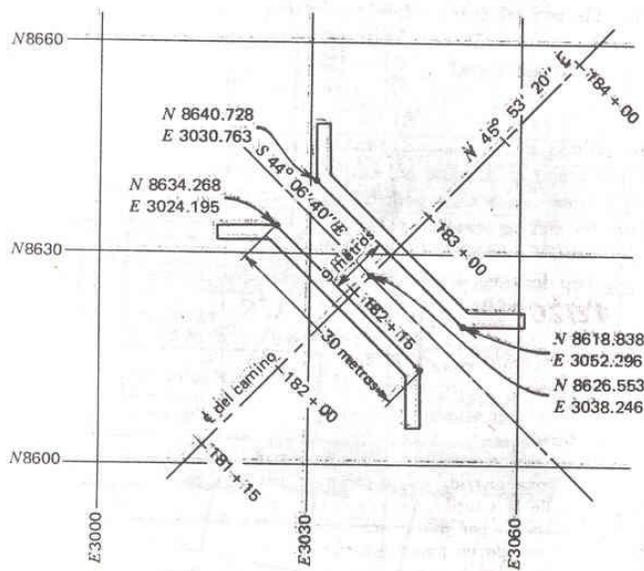


Figura 4.3.1

Cuando se dan tanto la coordenada norte como la coordenada este de un punto, éste queda determinado con respecto al sistema de coordenadas rectangulares de modo que se puede establecer en una cuadrícula rectangular, sobre la cual se puede localizar cualquier punto. Es obvio que en una cuadrícula rectangular sólo se puede representar una pequeña porción de la superficie de la tierra (el esferoide achatado o geoide) pero, en vista de que los proyectos comunes de construcción abarcan áreas por lo general reducidas, la cuadrícula de coordenadas rectangulares resulta bastante eficaz.

Cuando se conocen las coordenadas, la localización de un punto específico en un mapa o en un plano es simplemente un problema de medición a escala, solo se necesita medir las dos distancias, contando las líneas de cuadrícula, desde el eje de coordenadas correspondiente hasta la línea que más se aproxima al valor dado. De la misma manera se pueden encontrar las coordenadas de un punto cualquiera, midiendo las distancias correspondientes en el plano o el mapa, pero en este caso la precisión de los cálculos que se hagan con dichas coordenadas no será mayor que la que permite la escala usada en el plano o mapa.

Para establecer un punto en el terreno, teniendo como únicos datos sus coordenadas se requiere usar otros procedimientos. Sin embargo, el principio que se sigue es esencialmente el mismo: los puntos de la construcción se determinan principalmente en función de las coordenadas calculadas. Primeramente el topógrafo debe efectuar los cálculos pertinentes y luego medir en el terreno distancias calculadas y las direcciones correspondientes para cada uno de los puntos. Los ejes "x" y "y" usados para trazar el proyecto no pueden verse en el terreno, ni tampoco las líneas de la cuadrícula; en el mejor de los casos sólo se tiene como base algunos puntos de control cuyas coordenadas ("x" y "y", o norte y sur) son conocidas. Por lo tanto se debe trabajar a partir de estos puntos de control y establecer los nuevos puntos que se necesite para ubicar y definir el proyecto de construcción.

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

Como encontrar coordenadas de puntos para entender este problema se necesita conocer las ecuaciones y la terminología utilizadas en el levantamiento de poligonales. En la figura 4.3.2. La Δy de AB es la latitud o proyección “y” de AB; la Δx de AB es la longitud o proyección “x” de AB, se multiplica la longitud de esa línea por el coseno del rumbo; para calcular la proyección “x” de AB se multiplica la longitud por el seno del rumbo.

Por ejemplo, la línea AB tiene un rumbo de N 81°15'10"E y una longitud de 60 m., así;

$$\Delta y = 60.00 \text{ (cos del rumbo)}$$

$$= 60.00 (0.15207)$$

$$= 9.124 \text{ m al norte}$$

$$\Delta x = 60.00 \text{ (sen del rumbo)}$$

$$= 60.00 (0.98837)$$

$$= 59.302 \text{ m al este}$$

Si se dan las coordenadas de A, por ejemplo, N 3121.74 y E 2874.76, se pueden encontrar inmediatamente las coordenadas de B, así:

N 3121.74	A	E 2874.76
+ 9.12	AB	+ 59.30
N 3130.86	B	E 2934.06

Puntos	Lineas	Rumbos	Distancias	Cosenos	proyecciones Norte	Senos	proyecciones Este	Cordenadas Norte	Coordenadas Este
A								N 3121.74	E 2874.76
AB		N81°15'10"E		0.15207		0.98837			
		60		59.12		59.3			
B								N 3130.86	E 2934.06
BC		N25°34'15"E		0.90205		0.43162			
		45		40.59		19.42			
C								N 3171.45	E 2953.48
CD		S47°23'30"E		0.67698		0.73599			
		52.5		-35.54		-38.64			
D								N 3135.91	E 2992.12

Figura 4.3.2

Sí se tiene una serie de lados consecutivos, como se ilustra en la figura 4.3.3. Lo más conveniente es tabular los datos y usando funciones naturales hacer los cálculos con una calculadora de escritorio. En casi todos los sistemas de cuadrícula, los puntos de control de una construcción se establecen con gran exactitud por medio de coordenadas.

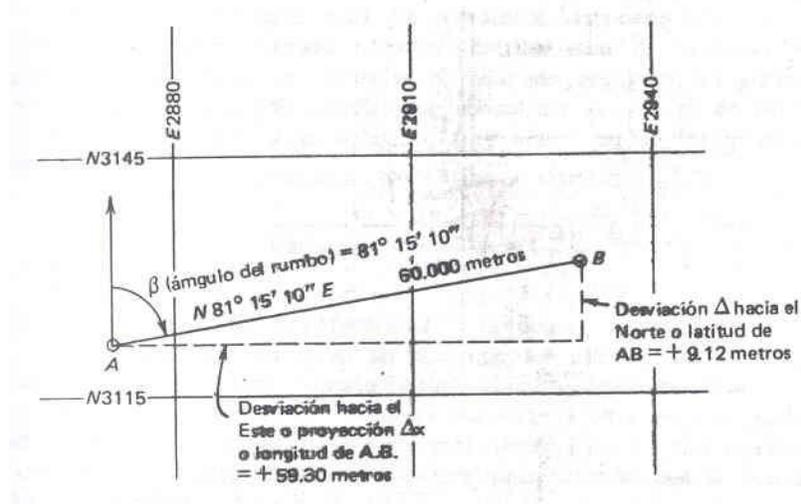


Figura 4.3.3

Como encontrar puntos a partir de sus coordenadas a continuación se presenta el procedimiento inverso al anterior, el cual es de suma importancia para establecer puntos en el terreno cuando se conocen las coordenadas. Se debe partir de un punto de control ya conocido para ubicar un punto, aun no descubierto, cuyas coordenadas son conocidas, pero no así su distancia ni su rumbo. El problema consiste en encontrar la distancia y el rumbo de un punto de coordenadas conocidas, como en la figura 4.3.4. a fin de localizar en el terreno el punto en cuestión. Por ejemplo para calcular el rumbo y la distancia de un punto (P) de coordenadas conocidas, se parte de otro punto (A), de coordenadas ya conocidas, encontrando las proyecciones "x" y "y" ($\Delta x, \Delta y$) del lado o segmento P; en seguida se divide Δx entre Δy para encontrar la tangente del ángulo del rumbo (β) en donde Δx = es la diferencia entre las coordenadas este-oeste y Δy = diferencia entre las coordenadas norte-sur. En una tabla de funciones trigonométricas naturales, se encuentra el valor del ángulo β (en grados, minutos y segundos). De inmediato se encuentran los valores de $\sin \beta$ y $\cos \beta$ (interpolando si es necesario) para usarlos en el cálculo de la distancia.

$$\text{Distancia AP} = \Delta X / \sin \beta = \Delta y / \cos \beta$$

Para mayor seguridad conviene efectuar las dos divisiones. En los siguientes ejemplos, se verá que los cálculos del problema inverso se pueden hacer usando varios métodos diferentes. Dadas las coordenadas de (A) y de (P) se desea encontrar la distancia y el rumbo de la línea AP. A continuación se hace el cálculo hasta 8 cifras significativas empleando tablas de funciones trigonométricas naturales con 8 decimales y una calculadora.

Coordenadas norte	Coordenadas este
A N 86,142.912	A E 102,407.671
P N 84,230.211	P E 106,837.368
$\Delta Y = - 1,912.701$	$\Delta X = + 4,429.697$

$$\tan \beta = \Delta x / \Delta y = +4,429.697 / -1,912.701 = -2.31593804$$

El signo negativo de la clave del cuadrante de que se trata. En la tabla de funciones trigonométricas naturales se encuentra el ángulo del rumbo = $66^{\circ} 33' 44.8''$; Entonces teniendo el valor de β , se encuentra en las tablas los valores de $\sin \beta$ y $\cos \beta$ que son:

$$\text{Sen } \beta = 0.91807161$$

$$\text{Cos } \beta = 0.39641458$$

Al obtener estos datos, se calcula la longitud de AP en dos formas distintas:

$$\text{Distancia} = 4,429.697 / 0.91807161$$

$$= 4,825.002$$

$$\text{Distancia} = 1,912.701 / 0.39641458$$

$$= 4,825.002$$

Así pues el rumbo de AP es S $66^{\circ} 38' 44.8''$, O BIEN SU AZIMUT $113^{\circ} 21' 15.2''$ y su longitud 4,825.002 m.

Los dos valores de la distancia deben coincidir, si difieren en forma significativa, hay que verificar si datos de las tablas se tomaron con suficiente precisión o si hubo alguna equivocación en el cálculo. Son pocos los manuales que contengan las tablas de Peters con 8 decimales para cada segundo de arco y son sumamente útiles en trabajos de esta índole. Puesto que el número de cifras significativas en Δx y Δy es de 7, es necesario usar tablas que contengan, cuando menos ese número de 6 cifras.

La distancia es, entonces, 4,825.011 y el rumbo S $66^{\circ} 38' 44.9''$ E. Este resultado no concuerda exactamente con el anterior, el cual está calculado con tablas de funciones naturales a 8 cifras, las tablas de logaritmos de 6 cifras usualmente dan una discrepancia en la sexta cifra del resultado; lo mismo sucedería si se usaran tablas de funciones naturales de 6 cifras o si se efectuara algún cálculo únicamente a 6 cifras significativas,

Como una comparación a continuación se expone el cálculo hecho con tablas de logaritmos de siete decimales.

$$\Delta y = +4,429.697$$

$$\Delta y = -1,912.701$$

$$\text{Log } \Delta x = 3.646374$$

$$\text{Log } \Delta y = 3.281647$$

$$\text{Diferencia} = 0.364727 (= \text{Log } \tan \beta)$$

El ángulo del rumbo (β) es por tanto, $66^{\circ} 38' 44.9''$

$$\text{Log } \Delta x = 3.646374$$

$$\text{Log } \Delta y = 3.281647$$

$$-\text{Log } \sin \beta = 9.962876$$

$$-\text{Log } \cos \beta = 9.598149$$

$$\text{Diferencia} = 3.683498$$

$$\text{Diferencia} = 3.683498$$

La distancia es, entonces, 4,825.11 y el rumbo S 66° 38' 44.9" E. Este resultado no concuerda exactamente con el anterior, el cual está calculado con tablas de funciones naturales a 8 cifras. Las tablas de logaritmos de 6 cifras usualmente dan una discrepancia en la sexta cifra del resultado; lo mismo sucedería si se usaran tablas de funciones naturales de 6 cifras o se efectuara un cálculo únicamente a 6 cifras significativas.

En los ejemplos presentados en relación con el problema inverso, el resultado más confiable es, sin duda alguna, el obtenido con las tablas de Peter de 8 decimales. Los otros resultados se podrían considerar como buenos pero sólo hasta la sexta y séptima cifra respectivamente, sin embargo, en la práctica, cuando se trata de encontrar y establecer en el terreno el punto en cuestión, es suficiente redondear los resultados a 4,825.00 y S 66°38'45" E.

Si el mismo problema se resolviera con la ayuda de una computadora electrónica, no se obtendría un resultado más confiable ni preciso, todo depende del número de cifras usadas por la máquina al computar el seno, el coseno, arco tangente y al hacer algunas operaciones. Esto se puede comprobar efectuando los cálculos correspondientes en cada caso. Si la subrutina de la máquina calcula las funciones trigonométricas a sólo 7 cifras, entonces el resultado de los cálculos será correcto sólo hasta la séptima cifra significativa; esto significaría que los rumbos usados se aproximarían hasta el segundo de arco, o tal vez, hasta décima de segundo.

El número de dígitos en un ángulo que representa el rumbo corresponde al número de dígitos de las funciones naturales, seno, coseno, arco tangente que puede manejar la computadora al efectuar las operaciones.

Un rumbo, de N 80° 14'37.6", elegido al azar contiene 7 dígitos, lo cual se puede advertir fácilmente si se convierten los grados a sexagesimales de este ángulo a centesimales (80.24377°) o bien a minutos (4814.627') o a segundos (288,877.6"). Desde luego, se nota que todas estas medidas contienen 7 cifras, así que en este caso, los datos usados por la computadora y los que toman de las tablas de funciones trigonométricas naturales, o bien tabla de logaritmos, también debe tener 7 dígitos.

Si se trata de un rumbo expresado por medio de una cantidad de seis dígitos, como por ejemplo, N 80°14'38" , entonces los cálculos se podrían efectuar como tablas trigonométricas de 6 cifras, o con tablas logarítmicas también de 6 cifras.

Aplicaciones de la solución del problema inverso cuando se prepara el trazado de una obra, se necesita a menudo resolver este problema puesto que en casi todos los proyectos de construcciones de importancia se utiliza el método de cuadrícula con un sistema de coordenadas. Por lo tanto, es necesario colocar trompos en varios puntos, sin relacionarlos entre sí, y establecer su posición solamente con fundamento en el cálculo de sus coordenadas.

Es muy importante contar con estos puntos de referencia para encontrar los rumbos y la distancia de los nuevos trompos, a partir de puntos de control ya conocidos (como por ejemplo, puntos de una poligonal). Si se dispone de una computadora electrónica, ésta resolverá rápidamente el problema, pero el lector también debe aprender a hacerlo utilizando tablas de funciones naturales o de logaritmos, puesto que el caso se presenta muy a menudo.

Levantamientos por triangulación simple la cual permite extender el control horizontal a un punto o puntos que difícilmente podrían establecerse, utilizando el método de poligonales. En el caso más

sencillo, solo se necesita hacer observaciones angulares, para localizar un nuevo punto que sea visible desde dos puntos de control conocidos, y a calcular las coordenadas del mismo. En la figura 4.3.5. por ejemplo, se puede encontrar el punto C a partir de A y B. AB será la línea base, ya determinada a partir de las coordenadas existentes de manera que el trabajo de campo se reduce prácticamente a medir los ángulos en A, B y C. Los ángulos se miden con teodolito o tránsito, usando el método de repeticiones y se ajustan los ángulos para cerrar correctamente el triángulo. La distancia CB se calcula por la ley de los senos; el rumbo se deduce de los ángulos, y las coordenadas de C se encuentran calculando las proyecciones (Δy y Δx de AB y CB) como sigue:

AB = 230.343 m. (conocida) rumbo de AB = S 71° 15' 25"E (conocido) coordenadas conocidas de A: N 817,621.87 y E 248,412.32

La discrepancia de 12" se ha dividido igualmente entre los ángulos ahora por la ley de los senos:

$$BC = \frac{\sin A}{\sin C} \times AB = \frac{0.29687492}{0.99053077} \times 230.343 = 69.037 \text{ metros.}$$

Por lo tanto, el rumbo de BC es N 9° 21' 51" E

Por último el punto C cuyas coordenadas se han obtenido por triangulación ahora se puede usar como cualquiera de los puntos que con su juego de coordenadas forman la red de puntos de control.

Localización de un punto por intersección es otro método basado en triangulaciones y usado con frecuencia en la construcción es el que permite localizar un punto de coordenadas conocidas, por medio de la intersección de dos líneas, cuando no se puede localizarlo midiendo las relativas distancias con cinta. Dos tránsitos o teodolitos se colocan en los puntos conocidos A y B y orientando los instrumentos en la dirección apropiada, se determina un nuevo punto D, de coordenadas conocidas; por medio de la intersección de dos visuales dirigidas desde los instrumentos colocados en A y B (véase la figura 4.3.6.).

La dirección de AD se calcula a partir de las coordenadas de A y D y utilizando los métodos estudiados, la dirección de BD se obtiene de una manera similar, a partir de las coordenadas dadas. Después de los ángulos en A y en B y de que la suma de todos los ángulos de cada triángulo sea de 180° exactamente. Ya entonces se puede proceder a hacer el cálculo por medio de la ley de los senos y se usan para dirigir las líneas AD y BD cuya intersección determina el punto D en su lugar preciso. Este método es muy útil cuando se trata de establecer un punto sobre un cuerpo de agua, por ejemplo para localizar la pila de un puente, una boya de señales o bien un punto cualquiera situado en la ribera opuesta a la del topógrafo.

En algunas obras es necesario repetir la triangulación utilizando varios triángulos, según se ilustra en la figura 4.3.7. a fin de establecer los puntos deseados. El teodolito puede ir ocupando sucesivamente cada una de las estaciones y medir allí los ángulos indicados. En seguida se hace un ajuste por cualquier método para asegurar que la suma de todos los ángulos medidos en torno a un punto de un total de 360° exactamente para encontrar finalmente las coordenadas de los trompos requeridos (E y G en la figura 4.3.7). Cuando se trata de trazos para la construcción, por lo general, no se necesita resolver los problemas mencionados en esta forma, pero si puede darse el caso de tener que utilizarla si se encontraran barrancas profundas, pantanos o algunos otros obstáculos que dificultaran la medición directa. Para visuales muy largas se pueden utilizar miras colocadas en trípodes de madera lo suficientemente altas, de manera que el teodolito se pueda centrar sobre el trompo de la estación; un

ejemplo de ese tipo de mira se ilustra en la figura 4.3.8 aunque sería preferible colocar la mira sobre el trípode del propio teodolito y cortar un poco de la maleza que lo rodea.

4.4 NORMAS PARA TRAZAR UNA CONSTRUCCIÓN:

La ubicación de un punto indica “donde” se encuentra este, mientras que la cota de un punto proporciona su altitud sobre el nivel del mar. Por lo tanto para determinarlo se necesita usar tres coordenadas: “x”, “y” y “z”. Si se conocen estos tres datos relativos a un punto, el ingeniero de campo, o el topógrafo, puede localizarlo correctamente en el terreno, después de lo cual se puede comenzar la construcción. A menudo sucede que no se dispone de mayor información aparte de las tres coordenadas para un determinado punto, y le corresponde al topógrafo interpretar esos datos de tal manera que la estaca que marque dicho punto quede hincada en el lugar preciso.

Por lo regular, la tarea de una brigada de topografía que trabaja en una construcción es, colocar trompos de alineamiento partiendo de las señales ya conocidas, tales como estacas, guarniciones, líneas de calle, edificios etc., de manera que la construcción se pueda iniciar correctamente, usando éstas como referencia. Pero además, se debe determinar una línea base o línea de centros en el sitio de la obra y fijar con exactitud algunas cotas sobre las estacas de control (bancos de nivel) que son absolutamente indispensables para iniciar el trabajo. Todos los puntos de referencia deben quedar perfectamente bien marcados con banderas y estacas así como protegidos contra cualquier daño que podría ocasionarles el movimiento del equipo o el personal de construcción.

Es muy importante llevar desde el principio un registro minucioso en una libreta especial para tener la seguridad que la obra ha sido correctamente ejecutada; con la ayuda de este registro se puede verificar todo el trabajo con posterioridad o bien, si fuera necesario, proceder a establecer los puntos de nuevo y trazar otra vez la obra.

Trompos de referencia es otro método muy común en trabajos de construcción es colocar estacas especiales de referencia cerca de los trompos que encuentran en áreas de gran actividad, donde se le podría ocurrir a alguien moverlos. Si estas referencias se colocan a menos de 2 metros del trompo, basta usar una regla de carpintero y una plomada de nuevo para volver a localizar el trompo y establecer de nuevo el punto método tan sencillo.

Si las líneas de referencia se deben establecer mucho atrás, será indispensable medir con cinta y, en muchos casos, usar un tránsito para fijar de nuevo los trompos en su posición original, ahora bien, como cualquier estaca de construcción será sacada y movida cuando menos una vez durante la duración de la obra, se requiere de cierto ingenio para reducir al mínimo el trabajo de mantenimiento de los puntos y, sobre todo para simplificarlo. La colocación de banderas o de estacas especiales ayudará a establecer la posición original tanto para los trompos principales como para los de referencia. La aplicación del principio de que se requieren tres puntos para definir una línea, también ayudará muchísimo. La verificación constante de las posiciones de los puntos así como el alineamiento periódico de los mismos, debe efectuarse con regularidad, pues sólo así se evita que una construcción progrese sobre bases equivocadas y que después se tenga que demoler a un costo considerable.

Control horizontal casi siempre, las construcciones se alinean con respecto a las calles, muelles, malecones, linderos de propiedad u otras líneas base. Los requisitos del trazo quedan definidos con gran precisión por el ingeniero, de acuerdo con los procedimientos usuales, primeramente se establecen fuera de toda duda y se trazan las líneas base de referencia, después de lo cual se pueden

comenzar a medir las distancias para localizar los diferentes puntos. Con frecuencia se necesitan consultar a un topógrafo que conoce el área para definir, con precisión y autoridad, los linderos de las propiedades adyacentes; en otras ocasiones, las referencias para los puntos deben establecerse en ciertas estructuras que están dentro del área y esto viene a construir un problema diferente.

Muy a menudo resulta ventajoso y hasta necesario, trazar una línea base especial para la obra en cuestión. Usualmente esta línea sigue el eje principal de la construcción y se marca por medio de una serie de monumentos firmemente establecidos que deben durar y servir de referencia durante todo el periodo de la construcción. Para mayor seguridad, se colocan marcas o señales semipermanentes que indican los extremos de la línea, en lugares situados fuera del área de toda actividad relacionada con la construcción. Estas señales deben ser tales que se las pueda visar, o bien utilizar de otra manera, en caso de que sea necesario comprobar la exactitud de la línea, cada vez que hubo que sacar alguna de las otras señales colocadas dentro del área de trabajo. El tiempo y los esfuerzos dedicados a la localización cuidadosa de los monumentos de la línea base y a la colocación de defensas adecuadas para los mismos, se compensa con creces, antes de que termine la obra.

También muy a menudo en el curso de la construcción se necesita demoler los monumentos que marcan la línea base central; entonces habrá que trazar una nueva línea base, paralela a la primera, pero a cierta distancia del eje principal. Se podría trasladar la línea al paramento del muro de un edificio terminado y, también se podría trasladar a dos segmentos de uno y otro lado de la línea original. Algunas veces hay dos ejes igualmente importantes que se establecen para orientar los trabajos como en caso de un paso a desnivel, subterráneo o elevado en cruce de carreteras.

Control vertical las cotas de los puntos también son indispensables y por lo tanto, se deben establecer un control vertical en el sitio de trabajo, lo cual permite hacer las medidas que constantemente se requieren mientras dura la obra. Será necesario establecer varios puntos fijos y muy firmes (bancos de nivel) debidamente identificados con letreros claros que indiquen la cota exacta, asimismo se establecerán otros puntos similares en área donde se tenga cierta seguridad de que no serán desplazados o movidos durante los trabajos. Estos puntos de control vertical deben quedar suplementados por otros puntos colocados fuera del área de construcción, tal como se indicó al tratar de los puntos de control horizontal.

Para mayor seguridad, periódicamente se corree una nivelación sobre todos los bancos de nivel, para descubrir si hubo asentamientos o desplazamientos originados por las heladas, deslizamientos del terreno o bien por el tránsito de vehículos pesados. Los principales bancos de nivel, colocados fuera del área de trabajo, se utilizan continuamente para verificar la posición de los bancos provisionales que se encuentran en el sitio de la obra. Tales bancos deberán utilizarse con mucho cuidado, puesto que es muy probable que uno o más de ellos se hayan desplazado por cualquier causa, de manera que cuando se necesita hacerlo, se deberá trabajar partiendo de ellos, como medida de precaución, para evitar errores.

Los puntos de control de acuerdo los cuales se ejecuta la obra así como los puntos topográficos, generalmente son los siguientes:

1. Monumentos, puntos o trompos que marcan las cotas de los predios adyacentes.
2. Monumentos, punto o estacas que marcan las esquinas o las cotas de una estructura.
3. Estacas, puntos o monumentos colocados en lugares despejados como referencia.

4. Una o varias líneas que crucen toda el área del proyecto, o una línea base adyacente a una estructura que de las líneas y las cotas necesarias para los distintos trabajos que se ejecutan en la obra.
5. Estacas de línea y de nivel para la instalación de tuberías y otros servicios, así como algunas líneas y niveles especificados.
6. Estacas de talud para marcar el límite de excavaciones y señales de alineamiento, para pilotes, pilas y cajones hidráulicos.
7. Puntos de control horizontal vertical en los distintos niveles de las plantas de un edificio de varios pisos.
8. Líneas y niveles necesarios para la localización y correlaciones subsiguientes de dos o más estructuras adyacentes.
9. Línea base para el control de las operaciones en la construcción de una carretera.

En la mayor parte de las obras, carpinteros, electricistas y otros oficiales se guían por estas líneas y señales para ejecutar su trabajo, la práctica hace al maestro y, aunque cada obra es diferente, se aprende rápidamente qué señales deben colocarse, en qué lugar y como protegerlas.

Cuando se trata de alguna obra sencilla, basta emplear vallas o puentes de referencia colocados sobre estacas, para tener un control adecuado, tanto horizontal como vertical, en las esquinas de los edificios, a lo largo de la cota de una alcantarilla, o bien zanjas para el tendido de tuberías de drenaje, etc. Estas vallas son simplemente cerramientos provisionales hechos con tablas y estacas firmemente hincadas en el terreno, sobre las cuales se pueden tener los hilos del albañil para efectuar la alineación de las formas de cimentaciones, muros de ladrillo, tuberías etc.

4.5 TRAZO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS.

El plano de conjunto: Antes de iniciar el diseño de una construcción es indispensable proporcionarles a los ingenieros o arquitectos encargados del proyecto, toda clase de datos relativos al área en donde se va a efectuar la obra. La mejor manera de presentar estos datos es consignándolos sobre un plano, dibujado a escala solicitada y con las dimensiones que se requieran. Cuando se trata de edificios, este plano se llama “plano de conjunto” y algunas veces plano arquitectónico.

A fin de obtener la información necesaria para el dibujo del plano, o los planos de conjunto, el topógrafo tendrá que efectuar mediciones relativas a la localización de registro de tuberías y de diferentes instalaciones, cotas de la plantilla de las mismas y además deberá obtener datos topográficos específicos, determinando la posición de algunos puntos notables, por ejemplo arroyos, árboles, etc. Se deberán incluir datos de los monumentos que señalan los linderos del predio, así como las distancias a edificios ya existentes, muros, tuberías subterráneas e instalaciones sobre la superficie, guarniciones y pavimento de las calles. Todo el trabajo relativo a los linderos del predio le compete al agrimensor quien tiene la obligación de certificar que las líneas y toda la información relativa a las mismas son exactas (véase la figura 4.5.1).

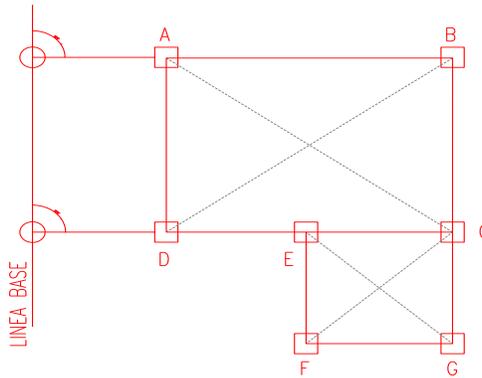


Figura 4.5.2.

Colocación de vallas o puentes de referencia para edificios: Cuando se colocan los trompos para señalar las esquinas de un edificio sencillo, se deberá contar con algunas referencias fijas, situadas fuera del área de trabajo, para usarlas cada vez que sea necesario sacar y volver a colocar trompos en su posición correcta, las vallas o puentes de referencia pueden formar un marco en que se tienden los hilos o alambres que definirán las líneas y los puntos con suficiente precisión para guiar a los operarios en sus actividades. En la figura 4.5.3. se muestra como se colocan las vallas o puentes utilizados para el control de un edificio sencillo.

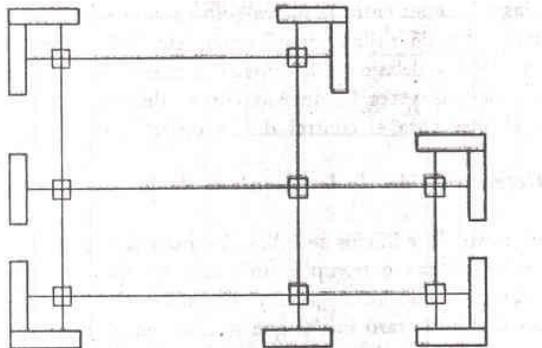


Figura 4.5.3.

Como una regla general, las vallas o puentes de referencia también se colocan para definir las esquinas, según se muestra en la figura 4.5.4. Puesto que casi siempre los trompos esquineros quedan desplazados, ya sea por accidentes o porque hubo que moverlos para ejecutar algún trabajo en el lugar de los mismos, los puentes de referencia deben colocarse de manera más o menos permanente, a fin de que los albañiles puedan tender sobre ellos, una y otra vez los hilos o alambres que establecen líneas y niveles requeridos para el alineamiento de formas para el concreto, fierro de refuerzo, mamposterías, etc. Usualmente se colocan a cierta

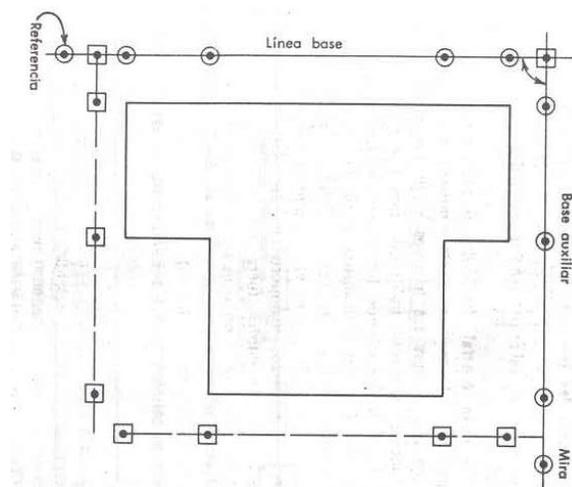


Figura 4.5.4.

Distancia de los puntos fuera del área de mayor movimiento de hombres y máquinas, pero no demasiado lejos, para que se pueda tender fácilmente entre ellos los hilos necesarios. Una plomada sostenida en la intersección de los hilos atados a dos vallas o puentes servirá para establecer de nuevo la esquina de la estructura o el centro de un pilar.

Para asegurar que los puentes usados para un edificio se coloquen a una altura adecuada, es decir a 30 cm. O más por encima de la rasante de cimentación, se necesitan postes de madera de longitud suficiente. Como primer paso, para cada esquina del edificio, se hincan firmemente en el suelo tres de estos postes cuidando que queden aproximadamente a 1.20 ó 1.80m retirados de la excavación proyectada. Cuando el topógrafo ha dado las cotas respectivas se fijan los travesaños, comprobando con el estadal que los niveles de los mismos coinciden con la cota requerida. Después ya se pueden colocar los clavos en los lugares donde se sujetaran los hilos necesarios para la alineación de las esquinas. A continuación se tienden los hilos o alambres sobre los trompos esquineros (utilizando la plomada o bien el tránsito) para marcar en cada travesaño el lugar exacto en que debe ponerse el clavo.

Puesto que los puentes deben ser bien alineados y quedar a la altura adecuada, se recomienda tener demasiado cuidado al colocarlos, para mayor seguridad, todos los puentes deben verificarse en cuanto a líneas y niveles, después de colocados, visándolos con el tránsito desde puntos de referencia previamente establecidos y, por último se necesita verificarlos por medio de una nivelación llevada hasta los propios travesaños.

Línea base para la construcción: Los edificios, centros comerciales, parques industriales y algunas otras estructuras se pueden trazar más fácil, si se establece una línea base principal y otra secundaria a 90° de la primera; entonces se fijan trompos a lo largo de cada una de ellas en los sitios donde sea necesario, para alinear las esquinas de edificios, línea de centros u otros elementos importantes. En la figura 4.5.5. se ilustra este método con un ejemplo sencillo. Si se llega a presentar una situación en la que se tengan que hacer repetidas alineaciones, para pilares, zapatas o columnas, los alineamientos en cuestión se harán visando directamente los puntos ya establecidos, o bien tendiendo los hilos de albañil o alambres, entonces no se necesita establecer ángulos cada vez que se requiera ubicar un punto.

Aquí se ilustra el trazo de una línea base para alinear las columnas de un edificio o de una estructura. Se establece cuidadosamente el ángulo principal de 90° como se explicara más adelante. Por lo general, las estacas necesarias para el edificio se colocan como se indica en la figura 4.5.5.; de manera que después, los carpinteros y otros operarios pueden hacer sus mediciones basándose en ellas.

Trazo de la línea base a 90° exactos: En el trazo de la construcción que aparece en la figura 4.5.7. las dos líneas base deben establecerse, sin lugar a dudas, con el ángulo correcto entre ellas, es decir, a 90° en el presente caso. Por lo tanto, se debe ser meticuloso para fijar el ángulo QPR, representado con mayor detalle en la figura 4.5.6. Con la ayuda del tránsito, el topógrafo establece primeramente el de 90° lo mejor que pueda y pone la marca R que se considera provisional hasta no verificar el ángulo. Para verificarlo se hacen mediciones, usando el método de repeticiones.

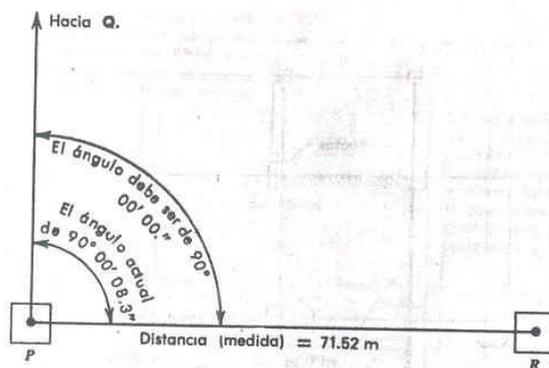


Figura 4.5.7.

La siguiente tabla muestra las anotaciones correspondientes a una serie de seis repeticiones (tres en posición directa y tres en posición inversa) para el ángulo QPR, e indica que la medición original era casi correcta. Se advierte que el ángulo tiene un valor de 90°00'08.3", al medirlo de manera más precisa (repeticiones); por lo tanto debe hacerse una pequeñísima corrección o ajuste a la marca de la estaca R desplazando a R hacia el norte de su posición inicial, se obtiene un ángulo exacto de 90° entre las líneas base. En este ejemplo, el desplazamiento parecerá pequeño pero si se deja sin corregir el error, podría incrementarse a mayores proporciones y causar problemas de cierre a medida que la obra fuera avanzando.

Lecturas determinadas con el tránsito al medir un ángulo por repeticiones					
	Trompo	Repeticion	Posición telescopio	Lecturas	Ángulo
	Q	0	D	0°00'20"	0°00'00"
	R	1	D	(30°00'10")	(89°00'50")
	R	3	D	270°00'40"	270°00'10"
	R	6	R (I)	180°01'10"	180°00'50"
		(6R) / 6 = 30°00'08.3"			
		Sume (360 / 6) = 60°			
		ángulo verdadero = 90°00'08.3"			
		inversa (i)			

Trazo para un edificio con estructura de acero. Los edificios de estructura de acero se trazan alineando las columnas a lo largo de sus ejes. El perfil general del edificio se traza primero en la forma acostumbrada a partir de la línea base. Las zapatas o pilares para las columnas se localizan también utilizando las líneas base. Algunas veces se pueden colocar convenientemente puentes o vallas de referencia para alinear con los hilos las zapatas de las columnas para ayudar en las operaciones de excavación y de colocación de formas para zapatas o pilares.

En esta etapa, también se proporcionan los datos de control vertical para que el colocado de concreto de los pilares llegue lo más cerca posible hasta el nivel requerido para recibir las placas de base de las columnas. Para mayor facilidad en lo que refiere a las cotas del concreto terminado, éste se cuela casi siempre uno o dos centímetros más abajo y se colocan encima calzas de lámina de acero para dar el nivel correcto a la placa de asiento de la columna. En cada base de columna el topógrafo proporciona una cota marcada en el pilar colado, para garantizar que la base de la columna quedará debidamente calzada y en su cota correspondiente.

Como los tornillos de anclaje, colocados integralmente con el pilar fijan la ubicación de la columna en el sentido horizontal, se requiere alinearlos con un hilo afianzado en los puentes o visar con el tránsito la plantilla de madera que los contiene para que queden en la posición de diseño. Esta plantilla se dispone sobre las formas del pilar y su alineamiento final en ambas direcciones debe ser correcto, dentro de las tolerancias admitidas en la obra, con respecto a las líneas base de control. Las placas de asiento o bases de las columnas tienen orificios de mayor diámetro que los de los pernos a fin de dejar cierta holgura y por lo general estos pernos pueden ajustarse lateralmente dentro de ciertos límites.

Una vez que las placas de asiento de las columnas quedan en su lugar se alinean con el tránsito, o con una plomada e hilo. Después de esta última comprobación, se pueden rellenar con mortero de cemento el hueco que se haya dejado entre el concreto y la cara inferior de la placa de asiento de la columna, la cual entonces queda colocada definitivamente.

Cuando las columnas ya están en su lugar y comienza el armado de la estructura, se deben verificar el alineamiento de la misma y su verticalidad. Se miden con cinta las distancias entre columnas en cada nave y se hacen las correcciones necesarias, las cuales se logran golpeando con mazo o martillo los elementos desalineados, o bien utilizando gatos para moverlos a su lugar preciso. Se usan también plomadas o un tránsito para comprobar la verticalidad de las columnas, mientras duran las operaciones del armado, y se las mantiene en posición vertical mediante diagonales de cable con templadores, hasta que el ajuste de los pernos, o la colocación de los remaches en su caso, fijan definitivamente los alineamientos horizontal y vertical. Para estructuras muy altas se emplean procedimientos semejantes pero más complejos, según lo exijan los lineamientos del proyecto. Actualmente, se está experimentando con aparatos de rayos láser que se proyectan en sentido vertical para constatar la verticalidad de estructuras de gran altura; parece que el método da muy buenos resultados.

Trazos para un edificio de concreto armado: Si el edificio es de concreto armado, las cimentaciones y zapatas se alinean siguiendo el mismo método que en el caso de una estructura de acero, con la excepción de que las medidas de estos elementos deben coincidir con las de las formas para el colado, en lugar de ajustarse al tamaño de las placas de acero que se colocan directamente en los mismos. Los alineamientos se pueden efectuar tendiendo hilos de albañil o bien con la ayuda de un tránsito; ambos métodos son adecuados. Cuando se alinean las formas de las columnas se pueden mover convenientemente la línea que les corresponde y medir a partir de ella las distancias que determinan la

posición de cada columna. Los refuerzos o las varillas de acero para las columnas que ya están anclados en las zapatas se alinean casi de la misma manera que los pernos colocados en las zapatas de estructuras de acero.

A medida que la construcción avanza hacia arriba, el control vertical en cada uno de los pisos se logra por medio de mediciones que se hacen con cinta, desde la base. Cuando se hace una nivelación con nivel fijo (una necesidad en edificios de grandes áreas), las señales y marcas de referencia se pintan en las columnas de concreto ya coladas, en forma de columnas sin descimbrar o en pisos de concreto, para transferir estos niveles a los pisos superiores de la estructura. Gran parte de estas tareas se efectúa con cinta, tomando las medidas en la cara exterior del edificio para salvar los obstáculos que haya en el interior. Si hay pozos de luz, o de elevadores, estos deben aprovecharse para tender en ellas la cinta.

El alineamiento vertical de las columnas que se efectúa normalmente por medio de un nivel de carpintero colocado contra la cimbra, a veces, resulta demasiado inexacto para mantener la verticalidad en una obra, por lo que debe recurrirse constantemente al uso del tránsito para visar las líneas verticales exteriores a fin de evitar errores o corregirlos a tiempo. También se pueden utilizar ménsulas especiales de alineamiento con plomada para llevar el control en las caras exteriores del edificio, lo cual es particularmente necesario en estructuras muy altas. Este tipo de trabajos requiere siempre una serie de correcciones sucesivas.

Medidas de una construcción ya terminada: Cuando se termina un edificio se debe certificar su ubicación, incluyendo las posiciones de columnas, y la ubicación de servicios e instalaciones importantes. El hablar de estructuras ya terminadas implica, en cierta forma, que las obras casi nunca quedan exactamente tal como se proyectaron. Por lo tanto, durante toda la construcción se toman las medidas para comprobar que coinciden con lo especificado y, cuando sea necesario, se hace la corrección correspondiente en los planos respectivos. En estos casos, la ubicación de los elementos ya terminados se determina en el plano horizontal midiendo a partir de los ejes de columnas, y, en el vertical, a partir de las superficies terminadas en los pisos.

También se deben elaborar al final, un juego completo de los planos con todas las anotaciones pertinentes respecto a la terminación del edificio. Para asegurar esto, es indispensable que el contratista y el ingeniero residente colaboren satisfactoriamente en cada etapa del trabajo.

4.6 EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y TENDIDO DE TUBERIAS:

Cuando se excavan zanjas, para tender la tubería de drenaje o instalar alcantarillas, se debe cuidar mucho que el corte tenga la profundidad correcta. En el caso de dichas tuberías, el agua debe correr por la acción de la gravedad, por lo cual el control vertical es mucho más importante que el horizontal.

En esta clase de excavaciones, la línea de centro, o eje de la tubería, se señala por medio de estacas hincadas a cada 30 ó 45 m. y alineadas correctamente. A veces, las estacas se alinean a determinada distancia de la línea de centro, del lado opuesto a aquel en que se van a depositar los productos de la excavación en tales casos, las estacas se marcan de modo que los datos proporcionen: la estación (7+15, por ejemplo) la distancia al centro (1.5 ó 1.8)m. por ejemplo) y la profundidad del corte, medida desde la cabeza de la estaca hasta el fondo de la zanja, o bien hasta la plantilla del tubo que deberán colocarse en ella. El alineamiento en el plano horizontal se hace con el tránsito o estación total, la cota de la cabeza de los trompos hincados al lado de la zanja se verifica con ayuda de un nivel fijo, ya que, en este caso, el control vertical es de gran importancia.

Según se observa en la figura 4.6.1. los trompos que se movieron hacia el lado de la zanja se hincaron a determinada profundidad, teniendo en cuenta que la cabeza de los mismos debe quedar a un número cerrado de metros sobre la plantilla del tubo a colocar. (La plantilla de un tubo horizontal es el fondo de la cuna formada en el interior del mismo, por donde corre el agua véase la figura 4.6.2.)

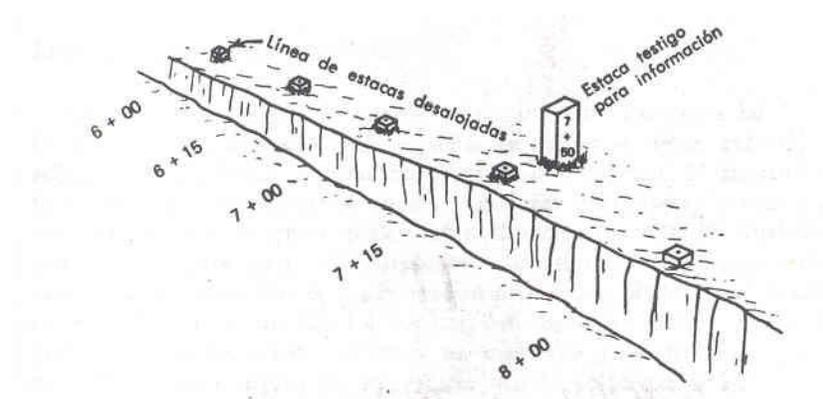


Figura 4.6.1.

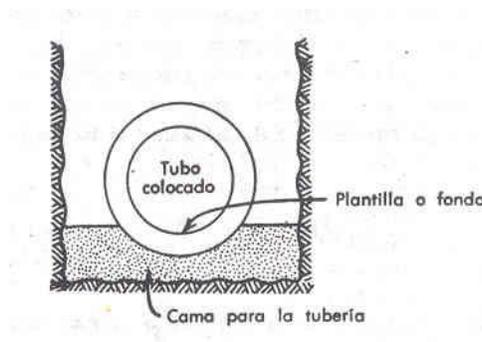


Figura 4.6.2.

También se pueden utilizar otros procedimientos, por ejemplo trazar una señal en una de las caras de cada trompo a determinada altura sobre la plantilla del tubo, o bien se puede escribir en una de las caras de la estaca de guarda o testigo la distancia vertical a la plantilla del tubo, medida desde la cabeza del trompo. Entonces, los trompos marcados así se convierten en estacas de nivel. Las llamadas cabezas azules son estacas que ya tienen la cota marcada y, por lo tanto, la profundidad a que se hincan en el suelo debe de estar de acuerdo con la altura indicada, el termino cabezas azules o estacas azules se deriva de la costumbre de pintar de azul, con un crayón, el remate del trompo para indicar de que se trata de un trompo de nivel.

Una vez colocada al lado de la zanja, las estacas quedan en su nueva posición y sirven como referencias para hacer el alineamiento y medir la profundidad de la zanja, y de las tuberías; por supuesto cualquier estaca de las originales que se colocaron en eje de la tubería desaparecerá, cuando las máquinas excavadoras pasen sobre ellas.

Zanjas de alcantarillado: Para que los sistemas de drenaje o alcantarillado funcionen tal como lo establece el diseño seleccionado, todas las zanjas se deben excavar de acuerdo con las líneas y cotas

especificadas para el caso. El alineamiento en el plano horizontal no presenta mayores problemas, puesto que una línea siempre se puede pintar sobre el suelo, o marcar de cualquier otra manera, para guiar al operador de la máquina excavadora. Pero, para dejar el fondo de la zanja exactamente a los niveles especificados se requiere aplicar el control vertical casi continuo. Para verificar la profundidad puede usarse una tabla de madera y colocarla a nivel, con un extremo sobre alguna de las estacas que se colocaron a lado de la zanja y ya están acotadas, el otro extremo de la tabla se lleva hacia el estadal que descansa sobre el fondo de la zanja e indica la lectura respectiva.

Los mismos resultados se obtienen, usando una cinta véase la figura 4.6.3. se acostumbra llevar la excavación hasta un nivel que está unos centímetros debajo del que corresponde al fondo de la tubería. Así se tendrá el espacio necesario para una cama de arena, grava, piedra triturada u otro material que casi siempre debe colocarse debajo de los tubos en obras de esta clase. En la figura 4.6.4. se muestran algunos ejemplos de tales instalaciones.

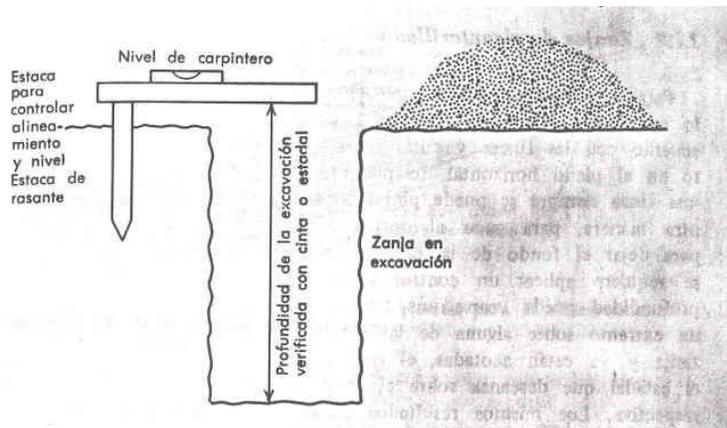


Figura 4.6.3.

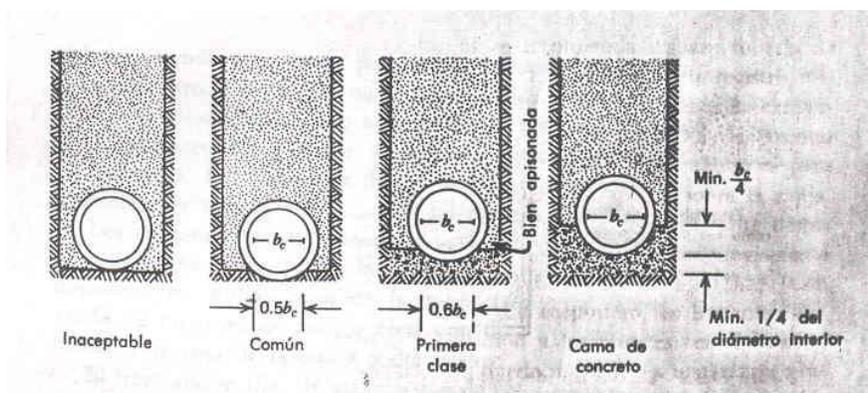


Figura 4.6.4.

Puentes de referencia colocados sobre una zanja para el tendido de tuberías: En los terrenos más o menos planos, la excavación de zanjas para el alcantarillado a menudo se convierte en una labor muy delicada, debido al pequeño gradiente de la tubería. Además en estas condiciones, el flujo de agua tiende a ser lento, por lo que se recomienda utilizar tubería de gran diámetro. Para evitar que alguno de los tubos con su registro respectivo se coloque demasiado alto o bajo, se necesita supervisar la

excavación constantemente y llevar un control vertical por medio de puentes de referencia. Los travesaños de los puentes usados como referencia para el tendido de tuberías se colocan de tal manera que pasa sobre la zanja.

Los operarios que los ponen en su lugar van inmediatamente detrás de las máquinas excavadoras y los fijan en las estacas o postes previamente dispuestas, en ambos lados de la zanja véase la figura 4.6.5, con la ayuda de un nivel de hilo, o bien uno de carpintero, es bastante fácil transferir la cota de la estaca o del trompo a los puentes respectivos.

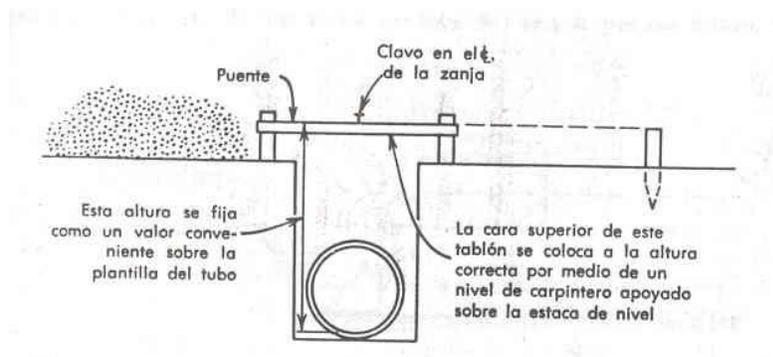


Figura 4.6.5.

El travesaño se fija, de manera que quede a nivel y a una altura predeterminada sobre la plantilla del tubo. Para darles una referencia horizontal a los operarios que colocan las tuberías, se tienden hilos bastante tensos entre uno y otro puente y éstos sirven al mismo tiempo, para verificar las medidas en el sentido vertical véase la figura 4.6.6.

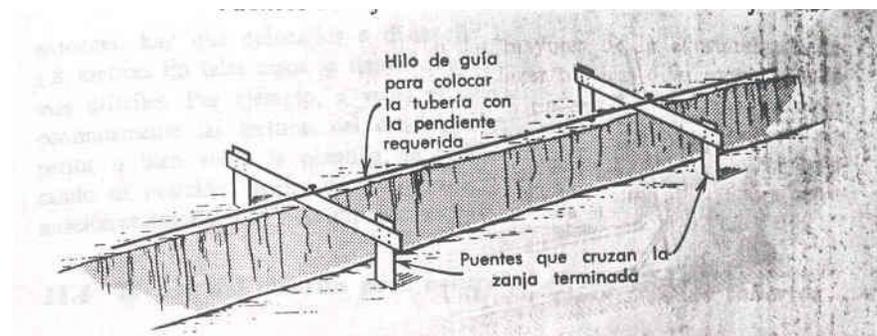


Figura 4.6.6.

Para encontrar el nivel a que debe de guardar la plantilla de un tramo de tubería. Los operarios utilizan un escantillón especial, en forma de L, en el cual se marca una distancia igual a la que debe haber entre el hilo tendido sobre los puentes y la plantilla del tubo; así la posición del tramo se establece exactamente a la altura especificada y este se coloca en su cama véase la figura 4.6.7.

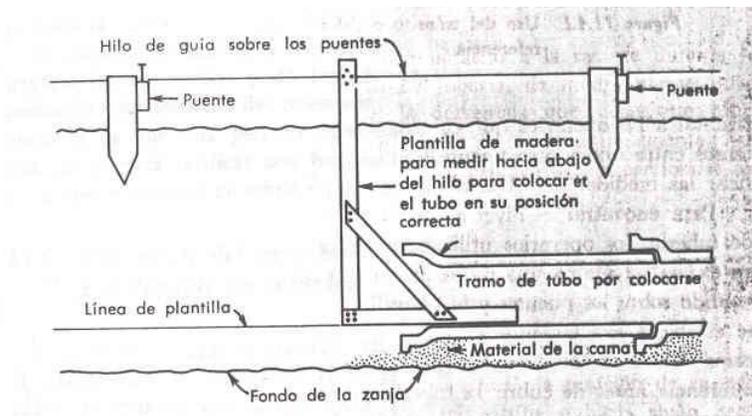


Figura 4.6.7.

En algunas ocasiones sucede que los lados de la zanja no son lo suficientemente firmes, como para sostener los postes de los puentes. Aún puede darse el caso de que ni los trompos de la línea se pueden hincar y entonces, hay que colocarlos a distancia mayores de la acostumbrada de 1.8 m. En tales casos se tienen que utilizar técnicas diferentes y mucho más difíciles. Por ejemplo, a veces es necesario que un topógrafo obtenga continuamente las lecturas del estadal, asentado ya sea sobre la parte superior o bien sobre la plantilla de cada tramo de tubo que se va colocando en posición, dentro de la zanja.

El uso del tránsito para controlar el tendido de tuberías: Algunas veces se puede usar la visual del tránsito, con el telescopio inclinado, obteniéndose los mismos resultados que con los puentes y los hilos. En principio este procedimiento difiere un poco del anterior como se verá en la figura 4.6.8 El tránsito se inclina y se mantiene paralelo a la rasante durante los trabajos de excavación y de tendido de tuberías, de modo de que se puede prescindir de puentes de referencia; la desventaja que tiene este procedimiento es que una persona debe de hacer las lecturas continuamente. Además, se necesita verificar con frecuencia el instrumento para cerciorarse que no se haya movido en un sentido o en otro.

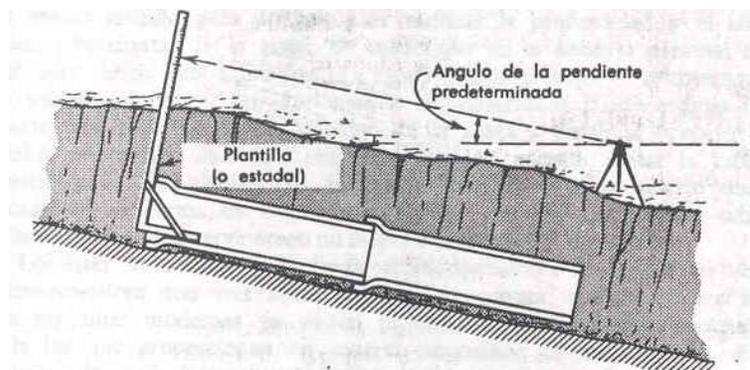


Figura 4.6.8.

Aplicación de rayo láser para controlar la excavación y el tendido de tuberías: Cuando se utiliza el tránsito, el instrumento se alinea con la zanja y se ajusta la posición de su telescopio de manera que quede inclinado hacia arriba o hacia abajo, según sea necesario para controlar el tendido de la tubería. Ahora bien, si con el mismo instrumento se observa una mira u otra señal colocada sobre la máquina excavadora, se podría llevar simultáneamente el control de la profundidad de la zanja. En la actualidad, existe una técnica nueva, la del rayo láser, que se utiliza siguiendo un procedimiento análogo. El láser se

puede alinear con el eje de la zanja y seguir una trayectoria inclinada, a determinada altura sobre la plantilla del tubo. Una vez colocado el aparato en posición correcta, el haz les proporcionara a los trabajadores todas las indicaciones que necesiten acerca de los niveles y alineamiento, de modo que no se necesita una persona para dirigir sus labores. Además, el operador de la máquina zanjadora también puede utilizar el rayo como guía, para hacer el corte hasta la profundidad correcta y según el alineamiento exacto; para ello sólo se necesita observar el punto donde el haz incide sobre la pluma de la máquina.

El intenso haz, no más grueso que un lápiz, proyecta una señal brillante sobre el brazo de la excavadora y así proporciona constantemente un medio sencillo pero preciso, para verificar la profundidad y el alineamiento horizontal de la zanja, de modo que no necesita personal especial para dirigir esta operación. La figura 4.6.9 muestra el retroexcavador en posición de corte; en este instante el observador puede estimar fácilmente cual debe de ser la profundidad de la zanja y dirigir al operador por medio de señales adecuadas. El láser también permite sentar la tubería, prescindiendo de puentes de referencia, cuerdas o hilos, puesto que el escantillón en forma de L puede sostenerse sobre la plantilla del tubo y al interceptar el haz, servir como un medio de verificación instantánea.

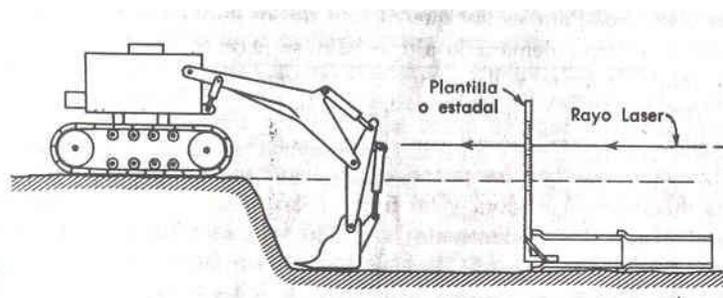


Figura 4.6.9.

Los láser se utilizan para dirigir a los operadores de bulldozer o de retroexcavadoras con una señal luminosa que marca una línea, pero algunas máquinas modernas ya vienen provistas de servo-mecanismos sensibles a la luz que proporcionan un control automático de las máquinas.

Estos sistemas de control tienen celdas fotoeléctricas, activadas por el láser, cuando la excavadora empieza a salirse de la ruta marcada por el rayo, las celdas activan a su vez los relevadores de los controles de dirección, de modo que la excavadora automáticamente, vuelve a su ruta. Con este sistema la cuchilla del bulldozer o el cucharón de la retroexcavadora puede mantenerse en posición correcta, con una aproximación de algunos milímetros, exactitud que raras veces se necesita. Los controles automáticos de este tipo permiten ahorrar mucho tiempo que de otra manera haría que emplear en la verificación de líneas y niveles. Además se evitan los errores de medición.

Aplicaciones del láser para el tendido de tuberías: El láser resulta ser muy útil como medio de control en la instalación de albañales, especialmente cuando la tarea de dificultad, debido a los gradientes mínimos que se requieren en terrenos planos. En estos casos es muy conveniente colocar el láser sobre una base que se fija en un registro y orientarlo de tal manera que al haz se proyecte por el interior de la tubería que se va tendiendo. Entonces no se necesita puentes ni otra referencia, que pudieran estorbar cuando se procede al relleno de la excavación. El registro proporciona un acceso fácil a la tubería y el método que se acaba de describir no sólo es eficaz sino insustituible, cuando la tubería tiene un diámetro muy pequeño.

En la figura 4.6.10. se muestra la disposición del equipo para dicha operación, con el láser fijo en los muros y en el fondo del registro. El gradiente de la tubería se determina por medio del botón de “por ciento de pendiente” del láser, y se puede comprobar fácilmente efectuando una nivelación diferencial en los tramos de excavación, a medida que estos quedan terminados.

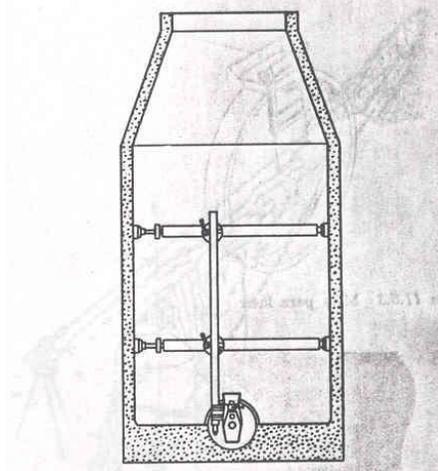


Figura 4.6.10.

En efecto, el láser es muy útil, aun en estos casos, para guiar la excavadora tanto horizontalmente como verticalmente, puesto que solamente necesita interrumpir el control a intervalos, cuando la brigada de trabajo coloque la mira en cada nuevo tramo de tubería que se instale. En la figura 4.6.11. se muestra un tipo de mira adecuado, es un pequeño flanco trazado sobre una placa de plástico translúcido, situado a determinada altura sobre la plantilla del tubo.

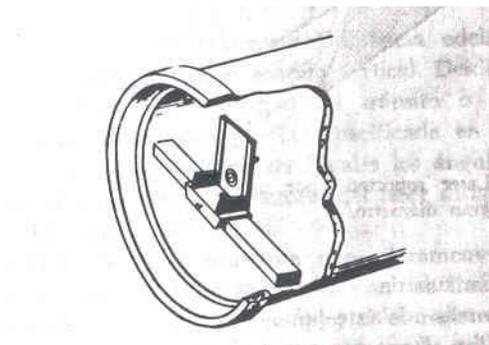


Figura 4.6.11.

Si se trata de un tubo de gran diámetro (1.50 ó 1.80m) como se muestra en la figura 4.6.12 se puede colocar el rayo láser cerca de la parte superior del tubo a fin de que los obreros que caminan dentro de la tubería interfieran lo menos posible. En tuberías de muy grandes dimensiones, se recomienda llevar el láser lo más adelante posible a fin de que la trayectoria del haz sea corta y colocar el aparato en lo alto, utilizando travesañes y cuñas, o bien montarlo sobre un trípode véase la figura 4.6.13.

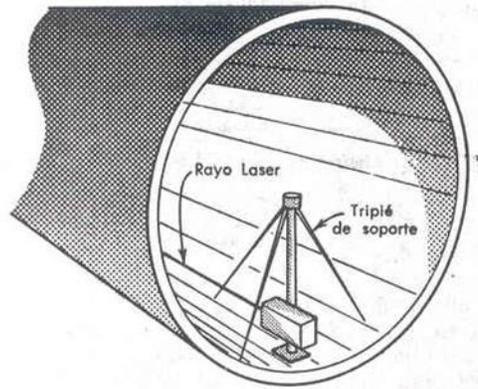


Figura 4.6.12.

En cualquiera de los casos siempre se debe comprobar que el láser este alineado correctamente. Esto se logra con la ayuda de un tránsito ubicado en el registro y bien alineado, apuntándolo en la dirección correcta, hacia adelante. Luego se hecha una plomada en algún punto donde la zanja esté todavía abierta, y se hace oscilar el láser de un lado a otro, hasta que su haz intercepte el hilo, determinando así la alineación correcta para el mismo. Bajando una cinta o un estadal en el registro hasta interceptar tanto el haz láser como la visual del tránsito y haciendo lo propio en la parte abierta de la excavación, hacia adelante, se puede verificar la dirección del láser en el sentido vertical. Desde luego, resulta sumamente sencillo ajustar el telescopio del tránsito o teodolito hasta que tenga la misma inclinación que la especificada en el plano para la tubería. En forma análoga deben ser iguales los ángulos que forman con la horizontal la tubería y la trayectoria del láser dirigido bajo tierra, desde el fondo del registro de albañal.

En la figuras 4.6.14 muestran muy claramente otra técnica en que se utiliza el láser para establecer las líneas y los niveles para los albañales y excavaciones. Por ejemplo si el registro es inaccesible o si la tubería sigue una trayectoria curva, se puede utilizar un aparato láser situado sobre la superficie del terreno. En realidad, se trata de la misma técnica, pero hay que usar el escantillón o el estadal y sostenerlo sobre la plantilla del tubo, o bien sobre la parte superior de cada nuevo tramo, para verificar la exactitud de las líneas y de los niveles correspondientes.

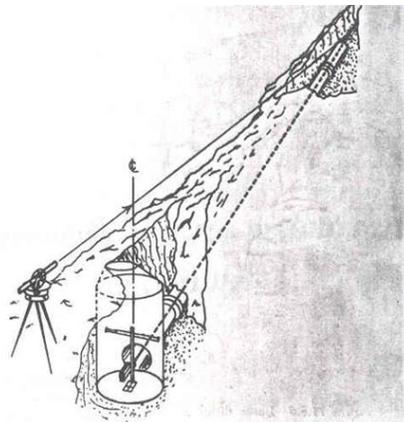


Figura 4.6.13.

Hay varias ventajas que se obtienen con el láser; no se necesita hincar ningún puente de referencia; se puede rellenar la excavación inmediatamente después de colocar los tubos; las verificaciones se hacen de manera mucho más rápida y eficaz, en ambos sentidos, tanto el horizontal como vertical.

4.7 LEVANTAMIENTO DE LA OBRA TERMINADA:

Los levantamientos del resultado final u obra terminada se realizan al concluirse el proyecto de construcción, con objeto de proporcionar las posiciones y dimensiones de los elementos del proyecto en la forma que realmente se construyeron. Estos levantamientos, además de constituir un registro de lo que se construyó, también son una revisión para verificar si el trabajo se efectuó de conformidad con los planos de diseño. Los monumentos que sirvieron de control para el proyecto se revisan y reajustan o remplazan, en caso necesario. Es esencial proteger este sistema de control tanto como sea posible en caso de que en un futuro se requiera una modificación o ampliación del proyecto.

Se elabora un plano detallado con base en los puntos de control horizontal y vertical donde se indican todas las modificaciones que ocurrieron durante la construcción. El proyecto común de construcción está sujeto a numerosos cambios con respecto a los planos originales debido a modificaciones de diseño y problemas que aparecen en el campo, como la presencia de ductos y tuberías subterráneas, condiciones inesperadas en la cimentación y otras situaciones imprevistas.

Los niveles láser son particularmente útiles para levantamientos de obra terminada. Como ejemplo, se tiene la revisión de niveles en obras de drenaje. Una vez instalado el nivel láser, una persona puede recorrer la obra con una libreta de campo y revisar las elevaciones.

Se debe notar que este levantamiento se debe efectuar antes de llevar a cabo los rellenos de tierra en el caso de instalaciones de tuberías, drenajes y otras estructuras de infraestructura subterránea, con objeto de determinar sus posiciones correctas, tanto horizontales como verticales.

Así mismo, estos levantamientos deben incluir la ubicación de tuberías, estructuras y otros elementos inesperados que se encuentren durante las excavaciones. El levantamiento de la obra terminada es un documento muy importante que debe guardarse para su uso en reparaciones modificaciones y expansiones futuras.

5.- PROYECTO ARQUITECTÓNICOS (TORRE EFIZIA)

5.1. Levantamiento Topográfico:

El primer paso para el levantamiento topográfico, fue el recorrido para el reconocimiento previo del terreno, el cual consistió en recorrer la zona a levantar donde se tomó nota de los principales detalles como fueron postes de luz, alcantarillas registros, calles, así como la ubicación de los linderos del predio.

Una vez hecho el recorrido se procedió a establecer los puntos de la poligonal que sirvió para establecer el apoyo horizontal o planimetría esta estructura geométrica fue compensada

El levantamiento topográfico fue realizado con una estación total de la marca Leica modelo tc 600 las coordenadas de inicio situadas en el vértice A fueron obtenidas haciendo estación en el vértice A el cual pertenece a una red geodésica secundaria, utilizando el método de coordenadas se procedió a realizar una poligonal auxiliar midiendo los ángulos interiores de la poligonal mediante el método de repeticiones, la poligonal fue compensada por el programa de laica wildsoft, en cada vértice se aplicó el método de radiaciones para coleccionar todos los detalles como son calles, postes de luz, postes de teléfonos, pozos de visita, alcantarillado, banquetas, jardineras, árboles, etc. Así como los vértices del terreno que en este caso estaba dividido en dos partes en el aspecto jurídico (dos escrituras).

Una vez realizado el levantamiento topográfico se procedió a procesar los datos en gabinete comprobando el cierre lineal y angular de la poligonal, la estación total nos permite guardar los datos de los puntos con coordenadas (x, y, z.) haciendo la proyección automáticamente por medio de programas de cómputo internos que incluyen este tipo de equipos

El procesamiento de la información consiste en transferir los datos de la tarjeta electrónica o memoria del tc 600 a formato ASCII, la transferencia incluye el envío de datos de la Estación Total a la computadora, en un archivo, haciendo el cambio de formato para poder hacer compatible la información de los puntos y así trabajar en programas de cómputo comerciales.

Para lograr esto es necesario procesar los datos en el programa TCTOOLS ya que este sirve como interfaz para la transferencia de datos, las distintas funciones del programa soportan la transferencia bidireccional de datos, la conversión del formato Leica GSI al formato ASCII y viceversa, y pueden ser utilizados también para la creación o edición de listas de códigos para la Estación.

El programa TCTOOLS presenta tres funciones principales:

- a) Codelist: Esta función crea y edita listas de códigos y transmite las listas de códigos entre la computadora y la Estación Total, hasta 50 bloques de códigos pueden ser creados y utilizados por el equipo.
- b) Convert: Esta función convierte el formato Laica GSI a un formato ASCII, este formato puede ser definido por el usuario y emite mediciones o coordenadas en columnas o líneas; Las columnas pueden ser separadas mediante espacios o tabuladores, y en caso de omisión en líneas, los distintos elementos pueden separarse mediante, " tab ".
- c) Up-and download: Esta función transmite ficheros en formato Laica GSI entre la Estación y la computadora

Upload: Los datos se transmiten de la computadora a la Estación. Los ficheros (coordenadas o listas de códigos) deben estar disponibles en formato Laica GSI.

Download: Mediciones, coordenadas o listas de códigos se transmiten de la Estación Total a la computadora. Los ficheros transmitidos se archivan en la computadora en formato ASCII.

Al procesar los datos, tenemos un archivo con formato ASCII, el cual puede ser leído por algunos programas comerciales incluidos en las computadoras, una vez grabados los datos en la estación y convertidos a los formatos antes mencionados, es posible manipular mediante software comercial como Excel para corregir y ajustar los posibles errores generados en la obtención de la información en campo y llevar a cabo el producto final que es el plano topográfico.

El avance tecnológico ha permitido realizar los planos por medio de computadoras y en programas como el Autocad que junto con el programa Civilcad nos brindan la facilidad y rapidez, la compatibilidad con sistemas para leer, o imprimir los planos.

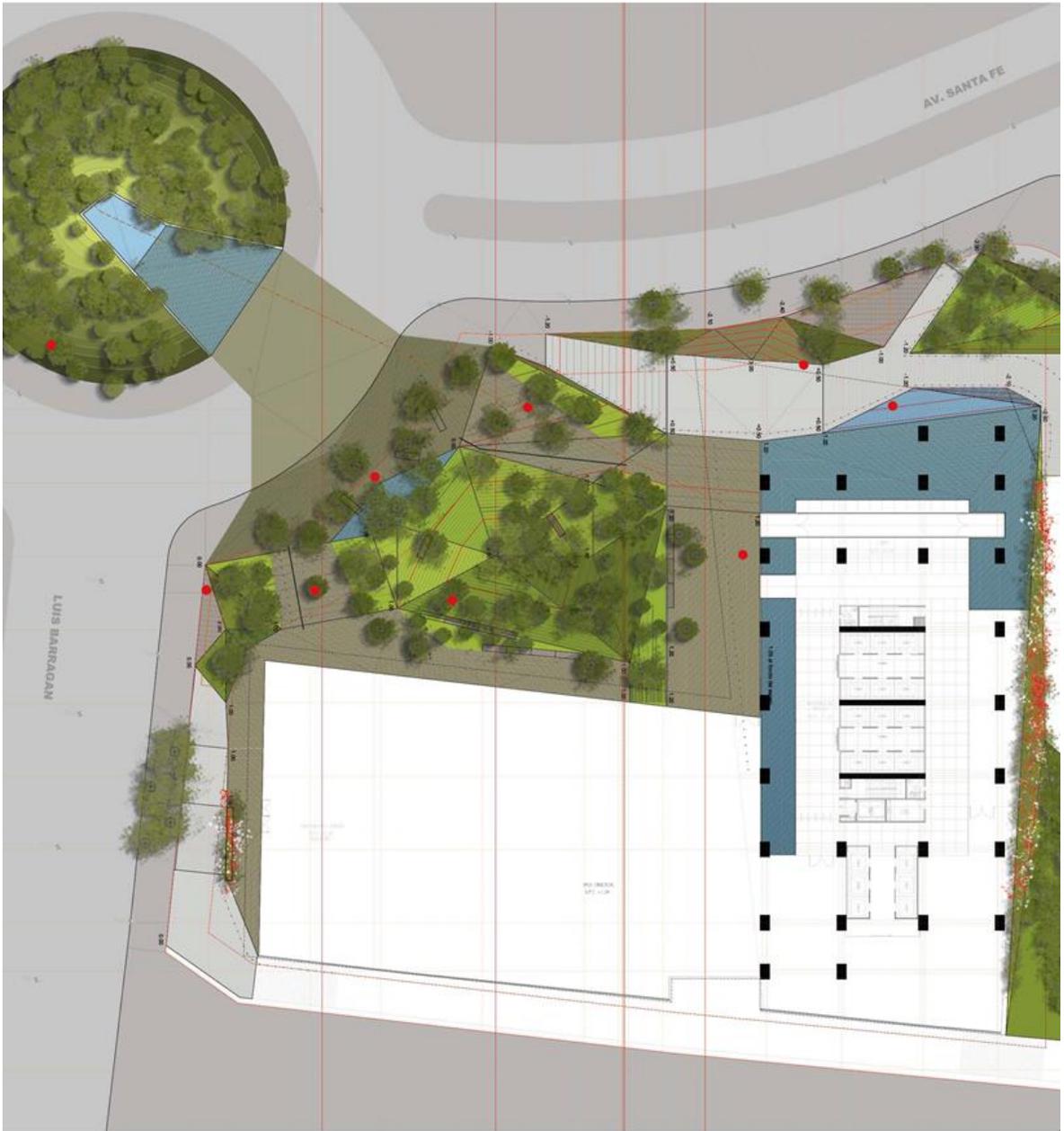
Como se mencionó los puntos y las poligonales trazadas tienen que ser compensadas y corregidas para tener figuras rígidas en nuestro plano. La compensación como se vio en capítulos pasados se puede hacer manualmente siguiendo cada uno de los pasos del método de la brújula, pero también es posible realizar la corrección y compensación de manera automática, con el uso del programa Civilcad. Éste nos proporciona la opción para realizar las correcciones a los puntos, basándose en la metodología y procesos que se realizarían de manera manual.

De esta manera se dibujaron los detalles planimétricos como drenajes existentes, registros de alcantarillado, postes de teléfono, postes de luz, construcciones, caminos, calles, avenidas etc.

La altimetría se realizó obteniendo curvas de nivel, dejando las curvas secundarias a cada 0.50 m y las curvas maestras a cada 5.0 m esto nos permitirá tener la configuración del terreno y poder determinar más adelante los cálculos para el movimiento de tierras







5.2. Proyecto Arquitectónico:

El proyecto es un edificio de oficinas corporativas y locales comerciales, resuelto en 32 niveles sobre nivel de banqueta y 8 niveles bajo nivel de banqueta.

El estacionamiento se localiza en los 8 sótanos bajo nivel de banqueta. En la planta baja se localiza el acceso a oficinas y área comercial. El primer nivel comercial se ocupa de área comercial y terrazas, el área de oficinas ocupan los siguientes 30 niveles sobre el nivel de la banqueta, en la azotea se localizan los cuartos de máquinas para elevadores, sistema de aire acondicionado y transformador. La subestación eléctrica principal se encuentra ubicada en los dos sótanos debajo del nivel de la banqueta.

Las características de diseño arquitectónico son las siguientes:

- El desplante del edificio y área comercial ocupan el 53.10 % de la superficie del predio y el restante 46.90 % es utilizado por plazas de acceso, áreas jardinadas, la zona de transición vehicular.
- La planta del edificio es rectangular y la zona comercial cuenta con un trazo irregular proporcionando una fachada hacia la plaza sobre la Av. Santa Fe y calle Luis Barragán. El núcleo de circulaciones para elevadores, escaleras y sanitarios está resuelto al centro de la planta del edificio, donde igualmente se concentran los ductos de las instalaciones. El edificio cuenta con cuatro fachadas, hacia las tres calles que forman la cabecera de manzana y sobre la colindancia Sur, respetando las restricciones; Sobre la Av. Santa Fe, calles Luis Barragán, Francisco Serrano y en la colindancia Sur con propiedad privada es de 5m. Sobre la glorieta que forma la intersección de la Av. Santa Fe y Luis Barragán es de 10 m.
- En la planta baja se localiza uno de los accesos al estacionamiento, mediante un motor lobby, también se localiza el acceso peatonal al edificio, donde se encuentra el vestíbulo para ingresar a las oficinas y el acceso al área comercial. En este nivel se localiza un grupo de elevadores que comunican al siguiente nivel de comercios. En este nivel se destinan 500.00 m² de equipamiento dentro del área comercial, equivalente al 5.39% de la superficie del predio. El acceso vehicular se localiza sobre la calle secundaria Francisco Serrano con cuatro carriles de entrada y cuatro de salida en el sótano 1.
- En el primero medio nivel debajo de nivel de banqueta (d.n.b) se localiza un mezzanine de servicios generales del edificio que se compone de oficinas administrativas, centro de automatización, baños para empleados, enfermería, andenes para carga y descarga de mensajería y mudanza y manejo de basura, y bodega de mantenimiento.
- Los siguientes ocho niveles bajo el nivel de la banqueta se desarrolla el estacionamiento. En el primero se localiza el acceso y la salida y en el último sótano se localizan la cisterna y equipos de reutilización de agua pluvial, planta de tratamiento de aguas jabonosas y cuarto de máquinas.
- En el primer nivel sobre nivel de banqueta (s.n.b.) se localiza un área comercial con terraza.
- De los 33 niveles, los primeros dos conforman el vestíbulo a áreas comerciales, 30 niveles son de oficinas. El nivel 33 lo forma la azotea donde se localizan equipos eléctricos, de telecomunicación, de aire acondicionado y el cuarto de sobre paso de los elevadores.
- El edificio contará con 18 elevadores; 6 que darán servicio a los pisos del estacionamiento y al área comercial, 12 elevadores de alta velocidad que darán servicio al edificio; 6 de la planta baja al piso 16 y 6 de la planta baja a los pisos 17 al 31. Un elevador montacargas que dará servicio desde el primer sótano de estacionamiento, al mezzanine de servicio y de la planta baja hasta el piso 32.

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

- El proyecto cuenta con dos núcleos de escaleras una para circulación interna y la segunda para emergencia. Las dos se encuentran presurizadas y ventiladas mecánicamente conforme al Reglamento de Construcciones del Distrito federal.

LOCALIZACIÓN

El proyecto se localiza sobre la Av. Santa Fe, No 434, Col. Santa fe Cuajimalpa. El predio tiene forma irregular y forma la cabecera de manzana. El predio cuenta con la siguiente superficie: 9,272.14 m².

El predio colinda hacia el Sur con 10.841 m con propiedad privada, al Oeste con calle Luis Barragán con 47.760 m. Hacia el Nor-Oeste con glorieta donde convergen la calle Luis Barragán y Av. Santa Fe con 44.106 m. Al Nor-Oeste también colinda con Av. Santa Fe con 61.649 m. Hacia el Norte con esquina que forman la Av. Santa Fe y la calle Francisco Serrano con 8.871 m. Hacia el Este con calle Francisco Serrano con 99.115 m. Y hacia el Sur con 104.627 m, con propiedad privada cerrando el polígono.

El predio cuenta con las siguientes afectaciones: Sobre la Av. Santa Fe, Calle Luis Barragán, Francisco Serrano y en la colindancia Sur con propiedad privada es de 5m. Sobre la glorieta que forma la intersección de la Av. Santa Fe y Luis Barragán es de 10 m.

Respecto al conjunto de estructura urbana el predio se inscribe en el proyecto urbano Santa Fe y encuentra sobre la Av. Santa Fe que es una de las estructuradoras de la zona.

SUPERFICIE DEL PREDIO:

El predio cuenta con una superficie de 9,272.140 m².

SUPERFICIE CONSTRUIDA:

De acuerdo al Programa Parcial se señala que el proyecto cuenta con una intensidad de construcción de 7 veces el área del terreno, resultando una superficie construida permitida de 64,904.98 m² y se deberá respetar el 30% de área libre de construcción.

NORMATIVIDAD

Con base en los Certificados Único de Zonificación de Usos de Suelo Especifico y Factibilidades, Folios No. ALFA4526908 y ALFA4527208 de fecha 21 de Agosto de 2008 emitidos por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda del Gobierno del Distrito Federal y de Acuerdo al Programa Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito federal SANTA FE, Zona de Usos Mixtos CRUZ MANCA, versión 2000, del Programa de Desarrollo Urbano vigente para CUAJIMALPA DE MORELOS, donde el uso de suelo para Oficinas y Comercio está PERMITIDO.

HSO (HABITACIONAL, SERVICIOS Y OFICINAS), INTENSIDAD DE LA CONSTRUCCION 7.00 V.A.T., 30% AREA LIBRE DE CONSTRUCCION PARA LA RECARGA DEL ACUIFERO, 70% SUPERFICIE MAXIMA DE DESPLANTE, 20% DE SUPERFICIE MINIMA PARA AREAS VERDES Y 10% DE SUPERFICIE MAXIMA DE PAVIMENTOS, ALTURA LIBRE.

TERRENO	M2
ESCRITURAS	9,272.14
USO DE SUELO	HSO
INTENSIDAD DE CONSTRUCCION 7 VAT	64,904.98
AREA LIBRE DE CONSTRUCCION 30%	2,781.64
SUPERFICIE MAXIMA DE DESPLANTE 70%	6,490.49
SUPERFICIE MINIMA PARA AREAS VERDES 20%	1,854.42
SUPERFICIE MAXIMA DE PAVIMENTOS 10%	927.21
ALTURA	LIBRE
RESTRICCIONES	2,861.40

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

EL PROYECTO PROPORCIONA

Superficie del terreno	9,272.14 m ²	100%
Superficie de desplante	4,923.446 m ²	53.10%
Superficie de área libre	4,348.694 m ²	46.90%

De acuerdo al artículo 73 del Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano para el Distrito Federal se proporciona 500.00 m² para equipamiento urbano en planta baja, correspondiente al 5.39 % de la superficie del predio y destinado para restaurante.

El proyecto contará con 64,120.184 m² construidos sobre el nivel de la banquetta (SNB) y 74,502.408 m² debajo del nivel de la banquetta (DNB).

Para cálculo de la intensidad se tendría:

SERVICIOS GENERALES

OFICINAS ADMINISTRATIVAS SOTANO -1	69.767 M ²
OFICINAS ADMINISTRATIVAS SEMI-SOTANO	441.107 M ²
BODEGAS, MANTENIMIENTO Y CUARTOS DE BASURA	1,209.193 M ²

TOTAL **1,650.300 M²**

TOTAL SOBRE NIVEL DE BANQUETA 64,120.184 M²

TOTAL ½ NIVEL BAJO BANQUETA (AREA ADMINISTRATIVA) 510.874 M²

TOTAL **64,631.058 M²**

CALCULO PARA LA DEMANDA DE ESTACIONAMIENTOS

LOCALES COMERCIALES	3,895.803 M ²
OFICINAS	50,773.129 M ²
ÁREA ADMINISTRATIVA ½ NIVEL BAJO BANQUETA	510.874 M ²
VESTIBULOS CIRCULACIONES Y TERRAZAS	6,209.042 M ²
SANITARIOS	1,987.731 M ²
ESCALERAS DE COMUNICACIÓN	1,254.479 M ²
TOTAL	64,631.058 M²

RESUMEN

ÁREA COMERCIAL	3,395.803 M ²	1@40 = 84.89 cajones
RESTAURANTE	500.00 M ²	1@7.5 = 66.66 cajones
OFICINAS	50,773.129 M ²	1@30 = 1,692.43 cajones
AREA ADMINISTRATIVA	510.874 M ²	1@30 = 17.02 cajones
SERVICIOS, CIRCULACIONES Y TERRAZAS	9,451.251 M ²	1@50 = 189.025 cajones
TOTAL		2,050.05 cajones

DEMANDA:

EL PROYECTO PROPORCIONA	2,295 cajones
AUTOS GRANDES	1,111 cajones
AUTOS CHICOS	1,089 cajones
AUTOS CAPACIDADES DIFERENTES 1@25 (REQUIERE 82)	95 cajones

TABLA DE AREAS DEL PROYECTO A CONSTRUIR:

CONCEPTO	SUPERFICIE M2	%	NORMA
SUPERFICIE DEL PREDIO	9,272.14	100	
DESGLOCE DE AREAS			
AREA DE DESPLANTE	4,923.446	53.1	70 %
AREA LIBRE	4,348.694	46.9	30 %
AREA LIBRE JARDINADA	1,857.823	20%	20 %
AREA LIBRE PERMEABLE	0.00		
AREA LIBRE PAVIMENTADA	2,490.871	26.9%*	10%
AREA CONST. ESTACIONAMIENTO	73,991.534		
SERVICIOS GENERALES	1,650.300		
AREA CONTS. POR USO A OCUPAR	64,631.058		
AREA TOTAL DE CONSTRUCCION	138,622.592 M2		

*** El área libre pavimentada se compone del 10% máximo permisible según la norma más el 16.87% correspondiente a el área de desplante no ocupada.**

El inmueble será destinado para uso de oficinas, comercios y estacionamientos. De acuerdo al artículo 139 del actual reglamento de construcción para el D.F. año 2004, el edificio se clasifica dentro del Grupo B1. El diseño estructural del edificio se realiza de acuerdo a los lineamientos de las normas técnicas complementarias para diseños de sismo, concreto, cimentaciones y viento.

El edificio consta de 2 cuerpos estructuralmente independientes por medio de una junta constructiva entre ellos. El primer cuerpo alojara 8 niveles de estacionamientos por debajo del nivel medio de banqueta, planta baja y 1 nivel azotea comercial.

El segundo cuerpo contará con 8 niveles para estacionamiento por debajo de nivel medio de banqueta, planta baja y 31 niveles para oficinas y azotea.

El área total de construcción del edificio de 125,000 m2 aproximadamente.

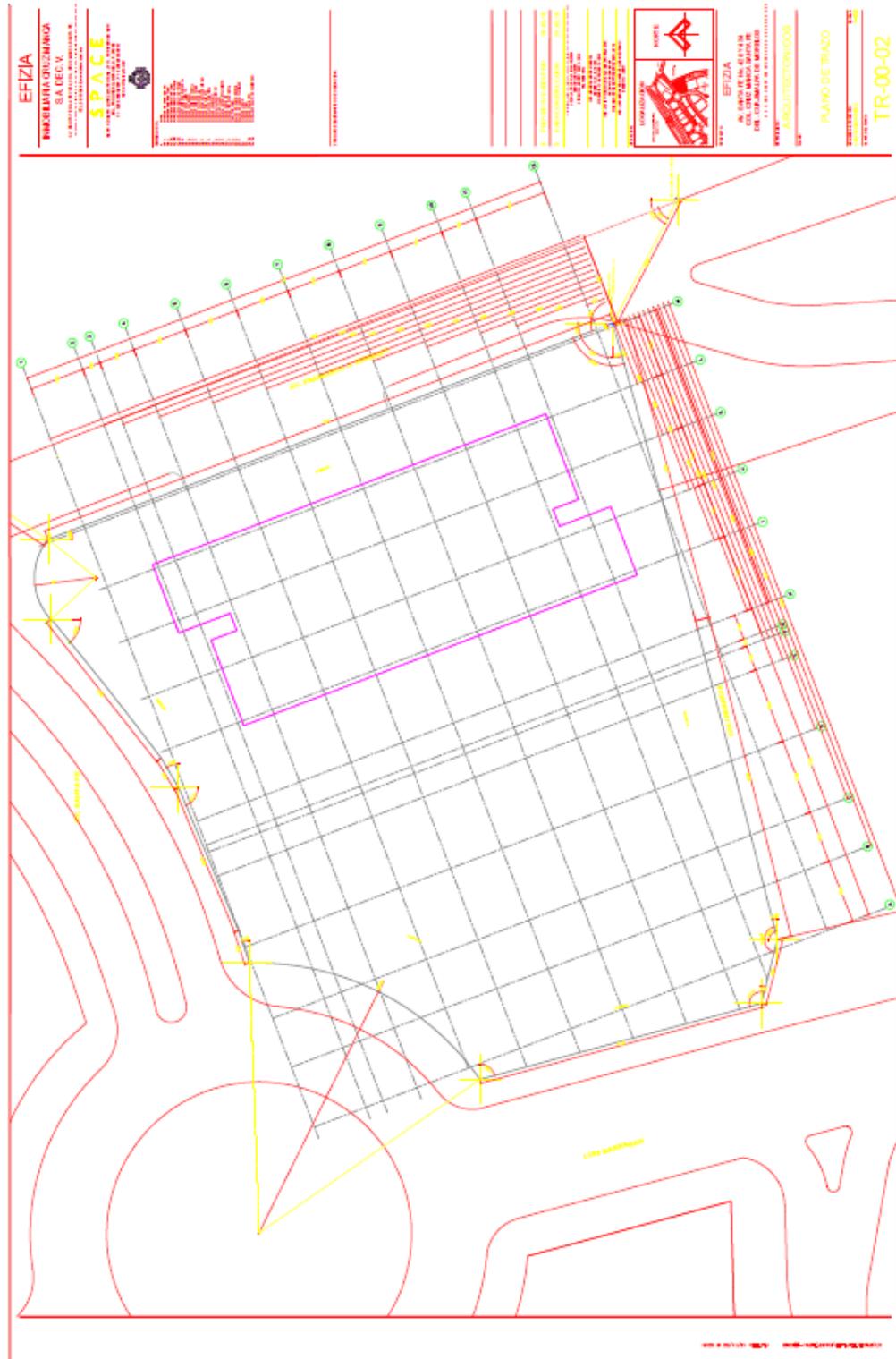
La estructura en sótano estará formada por un sistema de piso de losa de concreto reforzado post-tensado de 40 cm. De espesor, aligerado con casetones retirables de 1.0 x 1.0 con nervaduras ortogonales en 2 direcciones. Este sistema de piso se conectara directamente a columnas y muros de concreto reforzado.

La planta baja contará con trabes peraltadas formando marcos en dos direcciones con columnas y muros. Como sistema de piso se utilizaran una losa de concreto reforzado de 35 cm. De espesor aligerada con casetones retirables de 1.0 x 1.0 metros apoyada perimetralmente en trabes peraltadas.

Las plantas tipo de oficinas contarán con marcos continuos en 2 direcciones formados por trabes y columnas de concreto reforzado, y como sistema de piso losa de concreto reforzado de 35 cm. De espesor aligerada con casetones retirables de 1.0 x 1.0 metros apoyada perimetralmente en trabes peraltadas.

La cimentación del edificio será resuelta con pilas debajo de cada columna a la profundidad que indique el estudio Geotécnico del predio.

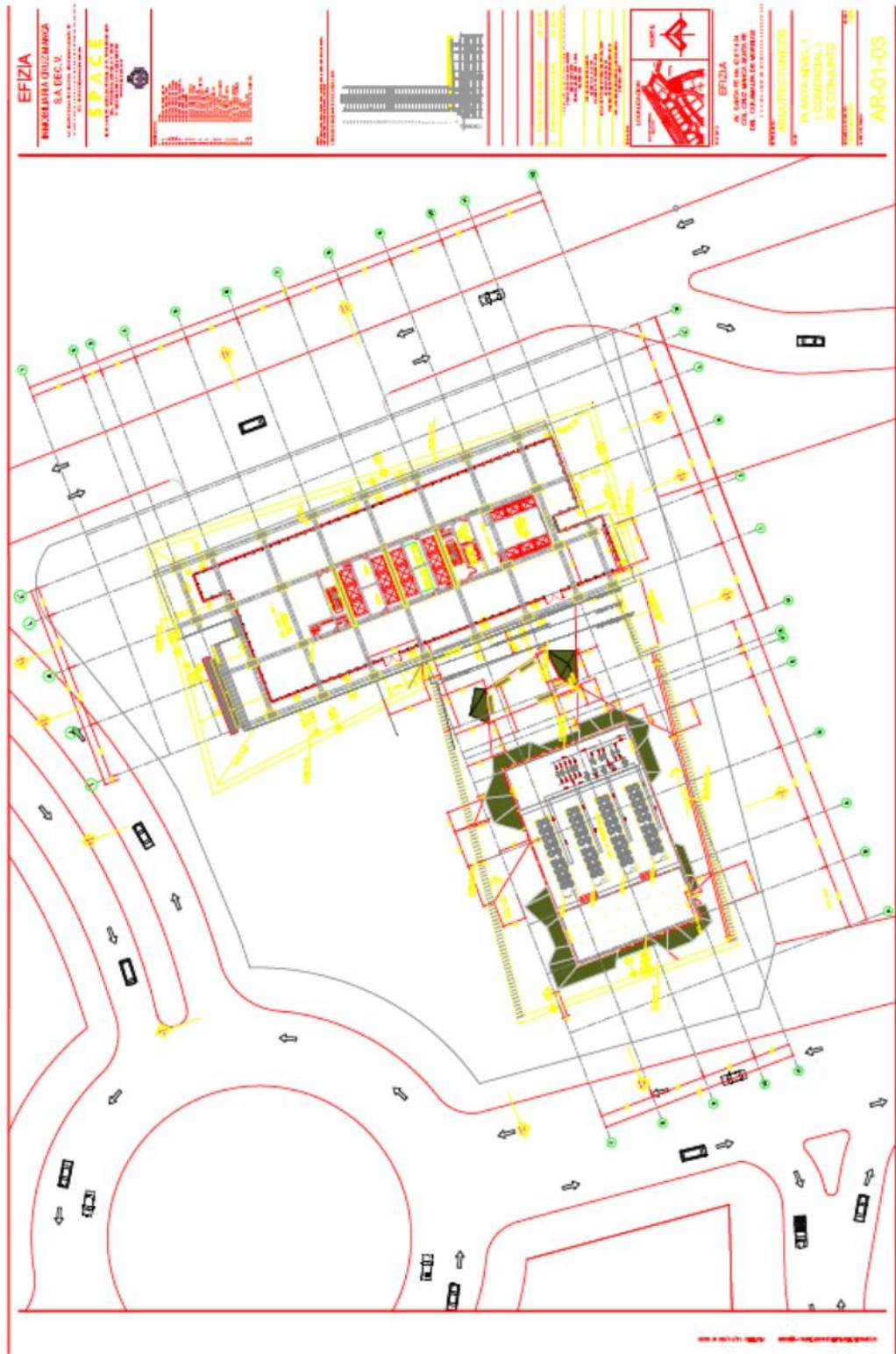




Plano de Trazo



Planta de conjunto



Planta Nivel 1 de conjunto

5.3 CERTIFICACIÓN LEED.

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design.

La certificación LEED fue creada por el US Green Building Council (USGBC) que es una asociación no gubernamental con base en Estados Unidos y cuyo objetivo es motivar a los proyectos de construcción a seguir una metodología de diseño y construcción que los dirige, invariablemente a convertirse en proyectos eficientes en su consumo de energía y responsables con el medio ambiente.

Lo anterior significa que los edificios, desde su construcción y a través de su vida útil, minimizan sus impactos ambientales negativos, son eficientes en el uso de energía, agua y materiales, proporcionan condiciones de confort y calidad ambiental para el bienestar de sus ocupantes. Por todo lo anterior los “edificios verdes” generan diversos beneficios económicos para sus propietarios.

Dichos beneficios económicos se reflejan, entre otros, en un mayor valor comercial del inmueble, mayor rapidez en la venta o renta de espacios, menores costos de operación y un aumento en la productividad de los ocupantes

Aunado a esto, existen beneficios para la comunidad en la que se construye el edificio; por ejemplo, por su eficiencia en la demanda de recursos naturales del lugar o por la mejor integración del mismo con sus entornos urbano y natural.

El sistema de certificación.

El sistema LEED califica a los edificios verdes en 6 temas principales:

- Sitio sustentable
- Eficiencia en el uso del agua
- Energía y atmósfera
- Materiales y recursos
- Calidad ambiental en interiores

Dentro de cada tema hay créditos que requieren características especiales de diseño o mejores prácticas en la construcción. Cada crédito otorga uno o varios puntos, los puntos de cada proyecto se obtienen y se suman y dan como resultado un nivel de certificación de acuerdo a los siguientes rangos.

De 26 a 32 puntos CERTIFICADO

De 33 a 38 puntos NIVEL PLATA

De 39 a 51 puntos NIVEL ORO

De 52 a 69 puntos NIVEL PLATINO

Indicaciones para el Plan de Control de Erosión y Sedimentación:

Fecha de implementación: Etapa de pre-construcción

Duración: Todas las fases de construcción

Objetivo:

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

- Minimizar la superficie del suelo afectado: remover la superficie vegetal únicamente en donde sea estrictamente necesario.
- Evitar que escurrimientos pluviales de otras áreas fluyan a través de las áreas de trabajo: Desviar escurrimientos para que no entren en contacto con suelos desnudos.
- Disminuir la velocidad de los escurrimientos que fluyen a través del sitio.
- Remover los sedimentos contenidos en los escurrimientos pluviales antes de que abandonen el sitio: Protección de las alcantarillas o bocas de tormenta para atrapar sedimentos.
- Control de polvos: Cubrir almacén de materiales (arena, cemento, cal etc.)

Indicaciones para cumplir este crédito:

1. Identificar junto con el contratista de pre-construcción los puntos dentro del sitio en donde será necesario aplicar medidas de control de erosión, arrastre de sedimentos y azolve de alcantarillas de acuerdo al programa de obra y con el fin de cumplir los objetivos arriba mencionados. (Poner especial atención a almacenes de materiales, excavaciones y superficies donde se encuentre el suelo desnudo así como la protección de desagües y alcantarillas)
2. Identificar de acuerdo al programa de obra si en las futuras etapas de construcción existirán actividades o puntos dentro del sitio con potencial de afectaciones por erosión o arrastre de sedimentos.
3. Solicitar al contratista la elaboración de un plan de control de erosión sedimentación que contenga los siguientes capítulos:
 - i Identificación de operadores en el sitio: (Operador: Persona que tenga el control en la marcha del programa de obra y/o realice actividades de supervisión y control de las actividades en el sitio) Estas personas serán las responsables de la implementación del plan.
 - ii Identificación de las áreas de control de cada operador
 - iii Definición de la responsabilidad de cada operador en cuanto a la implementación del plan.
 - iv Descripción general del sitio del proyecto
 - v Descripción cronológica de las actividades de construcción que afecten el suelo (retiro de cubierta vegetal o pavimento, excavaciones, etc.)
 - vi Estimado en metros cuadrados de la superficie que será afectada por dichas actividades
 - vii Plano general del sitio
 - viii Plano de detalle del sitio indicando:
 - Principales pendientes y drenajes de la superficie.
 - Áreas del suelo afectado.
 - Ubicación de controles de erosión y arrastre de sedimentos a implementar.
 - Almacenes de materiales.
 - Almacén de residuos de obra.
 - ix Descripción de cada control de erosión arrastre de sedimentos a implementar.
 - x Programa calendarizado de implementación (De acuerdo a las fases de construcción).

xi Descripción de medidas para evitar la dispersión de tierra y polvo por vehículos hacia fuera del sitio.

xii Descripción de las medidas aplicadas para proteger materiales almacenados en el sitio (arena, cemento, despalme).

4. Entregar el plan elaborado a Cívita para su revisión
5. Especificar en los concursos a los contratistas la implementación de las actividades descritas en el plan de control.
6. La gerencia de obra deberá supervisar la correcta implementación del plan mediante inspecciones y reportes semanales.
7. En caso de encontrar alguna omisión para el cumplimiento del plan, corregir inmediatamente.
8. Reportar las medidas implementadas y su funcionamiento en el informe mensual de obra.

Requerimientos de construcción LEED

Proyecto: Torre Efizia

20081124

Introducción

El sistema LEED califica el diseño y construcción de los edificios en 5 temas principales:

- Sitio sustentable (SS)
- Eficiencia en el uso del agua (WE)
- Energía y atmósfera (EA)
- Materiales y recursos (MR)
- Calidad ambiental en interiores (EQ)

Al final del proceso, el proyecto que haya cumplido los prerrequisitos y créditos LEED obtendrá una serie de puntos que le permitirán alcanzar una calificación. Los prerrequisitos se deben de cumplir de manera forzosa.

El objetivo es obtener la mayor cantidad de puntos posible y sobretodo nunca menor a los mínimos para acceder a la certificación LEED.

El diseño arquitectónico y de instalaciones de este proyecto ha sido elaborado de acuerdo a los criterios LEED por lo que para completar el proceso de certificación se requiere seguir las siguientes indicaciones:

Indicaciones generales

El periodo de construcción es crucial para concretar los esfuerzos realizados en la etapa de diseño del proyecto. Para contribuir a la obtención de esta certificación es necesario seguir las siguientes indicaciones en la etapa de construcción:

1. Respetar el proyecto de diseño y en caso de cambios revisar con SPACE, CÍVITA y demás proyectistas para evitar una desviación de la intención original.

El proyecto Torre Efizia fue diseñado bajo los criterios de eficiencia y responsabilidad ambiental del sistema LEED Core & Shell. Lo anterior significa que contará con sistemas especiales para que durante su operación sea un edificio de alto desempeño energético y ambiental.

Como ejemplo, a continuación se mencionan algunas de las características especiales con que contará el proyecto:

- Red de distribución de agua tratada
- Muebles de baño de bajo consumo de agua
- Sistema de captación de agua pluvial
- Controles automáticos de iluminación para aprovechar la luz natural
- Sistemas de aire acondicionado eficientes con controles automáticos
- Cristales de alto desempeño Low-E
- Pintura, selladores y adhesivos de bajas emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles
- Monitoreo y medición del consumo energético para cada inquilino
- Madera certificada

Debido a que la certificación LEED se otorga a edificios cuya fase de construcción haya concluido, todas las características de eficiencia plasmadas y especificadas en el proyecto deberán ser respetadas para que el edificio sea construido de acuerdo a ello.

2. Se requiere que tanto el supervisor de proyecto como la constructora asignen a una persona para que atienda diariamente los temas relacionados con la certificación LEED.
3. CIVITA asignará a una persona para la atención diaria de la certificación LEED a través de todo el proceso de construcción. Esta persona asistirá a la obra periódicamente y la contratista deberá proveer información y atención a estas visitas para contribuir con el proceso de certificación.
4. Cualquier duda o cambio de proyecto deberá ser revisado con CIVITA (además de con el responsable del proyecto arquitectónico) ANTES de llevarse a cabo para evitar incumplimiento de los requisitos LEED. No sólo de los temas incluidos en este documento, sino de todos los del proyecto.

Durante la construcción se deberán realizar diversas actividades para dar cumplimiento a los requerimientos del sistema de certificación. Los principales temas que deben considerar son:

Commissioning (Cx)

Prerrequisitos relacionados y puntos posibles

- *Pre-requisito EA 1*
- *Creditor EA 3*

El Cx es una auditoria en tiempo real de los procesos de diseño, construcción, instalación y comprobación de desempeño de los principales sistemas energéticos de un edificio.

El Cx verifica que los sistemas eléctricos, de iluminación, de ventilación y refrigeración sean diseñados de acuerdo a las necesidades del cliente, instalados de acuerdo a las especificaciones de diseñadores y fabricantes y funcionen de acuerdo al desempeño garantizado por el fabricante.

El propietario ha seleccionado una empresa independiente para realizar el Cx. La contratista no realizará funciones de commissioning. Sin embargo es muy importante que esté enterada que este tipo de actividades serán llevadas a cabo durante la construcción como parte de los requisitos LEED.

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

El agente encargado del Cx podrá en cualquier momento visitar la obra y realizar pruebas en los sistemas que deben ser auditados.

Es importante aclarar que el Cx no tiene ninguna relación con reglamentos, normas oficiales o autoridades de cualquier nivel gubernamental de México, por el contrario, es una herramienta voluntaria en la que el cliente contrata a un tercero garantizar la eficiencia energética de los sistemas centrales del edificio desde su diseño y durante su construcción.

La contratista deberá atender solicitudes de información y atención de visitas de obra del agente encargado del Cx.

Prevención de la contaminación durante la construcción

Pre-requisitos relacionados y puntos posibles

- *Pre-requisito SS 1*

Requerimientos

- Elaborar e implementar un Plan de Control de Erosión y Sedimentación, que contemple todas las actividades de construcción del proyecto, y que describa las medidas a realizar para cumplir con los siguientes objetivos:
 - Minimizar la superficie de suelo afectado
 - Evitar que escurrimientos pluviales de otras áreas fluyan a través de las áreas de trabajo
 - Disminuir la velocidad de los escurrimientos que fluyen a través del sitio
 - Remover los sedimentos de los escurrimientos pluviales
 - Control de polvos

Información necesaria para documentar el cumplimiento

- Planos que muestran las medidas de control implementadas en el sitio

Manejo de residuos de la construcción

Prerrequisitos relacionados y puntos posibles

- *Créditos MR 2.1 y 2.2 (2 puntos)*

Requerimientos:

- Reciclar o reusar al menos un 50% (1 punto) o 75% (2 puntos) de los residuos de construcción y demolición.
- Desarrollar e implementar un plan de manejo de residuos de la construcción que identifique los materiales a desviar, y si serán separados in situ.
- Los residuos resultantes de excavaciones y limpieza de terreno no contribuyen en estos créditos.

Información necesaria para documentar el cumplimiento

- Lista y descripción de los residuos generados
- Lugar de reciclaje, donación, re-uso o disposición final
- Cantidad

- Descripción del plan de manejo de residuos

Materiales (Reciclados, Regionales, Madera Certificada)

Pre-requisitos y créditos relacionados

- *Créditos MR 4.1 & 4.2 (2 puntos)*
- *Créditos MR 5.1 & 5.2 (2 puntos)*
- *Crédito MR 6 (1 punto)*
- Total de puntos posibles: 5

Requerimientos:

- Contabilizar el uso de materiales con contenido reciclado o regional
- Contabilizar el uso de madera reciclada
- En caso de cambios de materiales elegidos durante el proyecto, respetar o mejorar los valores de contenido reciclado y regional y conservar el uso exclusivo de madera certificada FSC.
- El proyecto debe superar el 10% de contenido reciclado (1 punto) o superar el 20% (2 puntos)
- Los mismos porcentajes debe de superarse para contenido regional (materiales extraídos y procesados a menos de 500 millas del proyecto, ver figura)
- Toda la madera utilizada (excepto para construcción) debe de ser certificada FSC (ver logo)
- Para el costo total de materiales no deben de contar materiales no permanentes (utilizados sólo en la construcción) ni todo lo relacionado con instalaciones: eléctrica, hidráulica, mecánica, elevadores y otros equipos



Logo de Madera
Certificada

Información necesaria para documentar el cumplimiento

El punto crítico para cumplir con estos requisitos es la documentación.

El contratista deberá coordinarse con sus proveedores para que desde la etapa de concurso o cotización, solicitar la información abajo detallada.

- Costo total de materiales
- Para cada material con contenido reciclado:
 - Nombre de material/producto
 - Productor
 - Costo
 - Contenido reciclado de post-consumo
 - Contenido reciclado de pre-consumo
 - Documentos del productor apoyando lo anterior
- Para cada material con contenido regional:
 - Nombre de material /producto
 - Productor
 - Costo
 - Porcentaje de contenido regional
 - Distancia a lugar de extracción de materias primas
 - Distancia a lugar de manufactura
 - Documentos del productor apoyando lo anterior
- Para la Madera certificada:
 - Productor
 - Vendedor
 - Costo
 - Porcentaje de madera en el producto
 - Porcentaje de madera certificada en el componente de madera
 - Número de certificado de cadena de custodia o copia de la etiqueta del producto que apoye lo anterior

Adhesivos, Selladores, Pinturas y Recubrimientos

Prerrequisitos y créditos relacionados

- *Créditos EQ 4.1 & 4.2 (2 puntos)*

Requerimientos

Los materiales de este tipo utilizados en interiores no deben pasar los límites de contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) indicados en las tablas siguientes.

Cualquier producto de este tipo que vaya a ser utilizado deberá ser autorizado por la propietaria después de revisar su ficha técnica con la información de contenido de COV's.

Adhesivos y selladores

Sitios en internet de algunas marcas:

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

- APAC adhesives <http://www.apacadhesives.com/homepg.html>
- Mapei www.mapei.com
- Johnsonite www.johnsonite.com
- Surebond http://www.surebond.com/data_sheets/sb401_ds.htm

Aplicaciones arquitectónicas	Límite de COV's (g/L sin agua)	Aplicaciones especiales	Límite de COV's (g/L sin agua)
Adhesivos para alfombra	50	Soldadura para PVC	510
Adhesivos para madera	100	Soldadura para CPVC	490
Adhesivos para pisos plásticos	60	Soldadura para ABS (acrilonitrilo butadieno estireno)	325
Adhesivos para bajo piso	50	Soldadura para cemento plástico	250
Adhesivos para loseta cerámica	65	Adhesivo de contacto	80
Adhesivo para loseta vinílica o asfalto	50	Adhesivo de contacto	250
Adhesivos para tablaroca o muro paneles	50		
Adhesivos para zoclo	50	Selladores	
Adhesivos multiusos	70	Arquitectónico	250
Adhesivos para vidrio estructural	100	Techo no membrana	300
		Vialidades	250
Aplicaciones específicas por sustrato		Membrana para techo de una capa	450
Metal a metal	30	Otras	420
Espumas de plástico	50		
Materiales porosos (excepto madera)	50	Primers	
Madera	30	Arquitectónico no poroso	250
Fibra de vidrio	80	Arquitectónico poroso	775
		Otros	750
	Contenido de COV's		
Adhesivos en aerosol			
Multiusos mist- spray	65% en base peso		
Multiusos web spray	55 % en base peso		
Usos especiales	70% en base peso		

Pinturas y recubrimientos

	Límite de contenido de COV's
Pinturas, recubrimientos y primers para aplicación en muros y techos no deben exceder los límites:	50 g/L (acabado mate) 150 g/L (acabado brillante)
Pinturas anti corrosivas y anti oxido	250 g/L
Barniz para madera	350 g/L
Laca para madera	550 g/L
Recubrimiento para piso	100 g/L
Goma laca clara	730 g/L
Goma laca con pigmento	550 g/L
Selladores impermeabilizantes	250 g/L
Tintas	250 g/L

Sitios en Internet de algunas marcas:

- Harmon y, Sherwin Williams www.sherwin.com
- Benjamin Moore www.benjaminmoore.com

Información necesaria para documentar el cumplimiento

- Entregar una lista de cada producto utilizado en el edificio que contenga:
 - Nombre del producto
 - Nombre del productor
 - Datos específicos de COV (in g/L, lesswater) para cada producto
 - Dato correspondiente a COV permitidos de acuerdo a este documento

Alfombras

Pre-requisitos y créditos relacionados

- *Creditor EQ 4.3 (1 puntos)*

Requerimientos

Las alfombras utilizadas deben contar con el certificado GREEN LABEL PLUS del Carpet and RugInstitute y contar con la máxima cantidad posible de material reciclado.

Los adhesivos para alfombra no deben pasar el límite de COV's de 50 g/L

Información necesaria para documentar el cumplimiento

- Entregar una lista de cada producto utilizado en el edificio que contenga:
 - Nombre del producto
 - Nombre del producto
 - Confirmación de que el producto cuenta con la certificación Green Label Plus

MDF y conglomerados de madera

Prerrequisitos y créditos relacionados

- *Creditor EQ 4.4 (1 puntos)*

Requerimientos

Los productos de MDF o conglomerados de madera (triplay) deben ser libres de urea-formaldehído.

- www.panelsource.net
- <http://www.sierrapine.com/products/mdf/medex/default.asp>

Información necesaria para documentar el cumplimiento

- Entregar una lista de cada producto utilizado en el edificio que contenga:
 - Nombre del producto
 - Nombre del productor
 - Confirmación de que al producto no le fue agregado urea-formaldehído.

Calidad de Aire en Interiores durante la construcción

Crédito relacionado

- *Creditor EQ 3 (1 punto)*

Requerimientos

Elaborar e implementar un plan de control de calidad del aire en interiores durante la construcción.

El plan debe describir las medidas que se aplicarán durante la construcción para evitar problemas en la calidad del aire del edificio como resultado del proceso de constructivo. El objetivo general debe ser el cuidar la salud de los trabajadores durante la obra así como de los futuros ocupantes del edificio.

Para mantener la calidad del aire en interiores durante el proyecto se deberán aplicar distintas estrategias, por ejemplo:

- Aislamiento de la zonas de trabajo
- Reducción de las emisiones de vehículos de combustión interna
- Aumento en el mantenimiento y limpieza
- Adecuaciones a los horarios de trabajo
- Protección de los sistemas de ventilación y A/C (para evitar que se empolven antes de que entren en operación)
- Control de polvos o vapores en la fuente
- Buena planeación en la secuencia de instalación de materiales y equipos
- Interrupción de las vías de dispersión de contaminantes

Adicionalmente se debe proteger de la humedad cualquier material absorbente almacenado o instalado

ANEXO 1

Indicaciones para el Plan de Manejo de Residuos durante la Construcción

Duración: Para todas las fases de construcción

Objetivo:

Evitar o minimizar el envío, a rellenos sanitarios o escombreras, de los residuos de la construcción. Para esto se debe tener una política de reducción de residuos así como aprovechar las oportunidades de re-uso, donación o reciclaje que estén actualmente en el mercado mexicano.

Antecedentes

La norma **ambiental para el distrito federal NADF-007-RNAT-2004**, establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el distrito federal. Su cumplimiento es obligatorio.(Esto no lo dice LEED sino el Gobierno del DF)

Para la certificación LEED buscamos evitar enviar a un relleno sanitario el 75% de los residuos generados en la obra. La forma de lograrlo es enviarlos a reciclaje (en el caso de materiales reciclables) o donarlos a instituciones para su re-uso en otro lugar (en el caso de equipo, lámparas, puertas, muebles, etc.)

Actividades a Realizar

Para lograr los objetivos en el tema de residuos de deben realizar tres actividades principales que se describen más adelante:

- 1. Elaborar un documento titulado “Plan de Manejo de Residuos”**
- 2. Aplicar el Plan de Manejo Residuos como parte de las actividades de construcción**
- 3. Llenar la tabla de registro de destino y cantidades de residuos para la certificación LEED.**

1. Plan de Manejo de Residuos

Es un documento que debe contener la descripción de las actividades a realizar en el tema de residuos. Se compone de los siguientes capítulos que deben contener lo que se indica en cada una de ellos

- a. Generación
 - i. Incluye un listado de identificación de las fuentes de generación de cada tipo de residuo para todas las etapas de obra, así como las cantidades de generación semanales estimadas. Debe realizarse junto con el contratista.
- b. Separación en la fuente
 - i. Elaborar una tabla de clasificación de los residuos identificados en el capítulo anterior de acuerdo a las categorías A, B y C correspondientes a siguiente figura:
TABLA 1: Clasificación de los residuos de construcción según la Norma **NADF-007-RNAT-2004**
 - ii. Para efectos de esta sección proponemos que se considere la separación de los residuos de la siguiente forma:

A. Residuos potencialmente reciclables para la obtención de agregados y materiales de relleno					
			Nombre		
1.	Prefabricados de mortero o concreto (blocks, tabicones, adoquín, tubos etc.).				
2.	Concreto simple.				
3.	Concreto armado.				
4.	Cerámicos.				
5.	Concretos asfálticos.				
6.	Concretos asfálticos producto del fresado.				
7.	Productos de mampostería.				
8.	Tepetatosos.				
9.	Prefabricados de arcilla cocida (tabique, ladrillo, block, etc.).				
10.	Blocks.				
11.	Mortero				
B. Residuos de excavación					
			Nombre		
1.	Suelo orgánico				
2.	Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos				
3.	Otros materiales minerales no contaminados y no peligrosos contenidos en el suelo.				
C. Residuos sólidos					
			Nombre		
1.	Cartón.				
2.	Madera.				
3.	Metales.				
4.	Papel.				
5.	Plástico.				
6.	Residuos de poda, tala y jardinería.				
7.	Paneles de yeso.				
8.	Vidrio.				
9.	Otros.				

- 1 contenedor o área designada para residuos del tipo A
- 1 almacén para residuos del tipo B (almacén de material de las excavaciones)
- 1 contenedor para Residuos “no reciclables” como son: envolturas de alimentos, unigel y restos de comida. Este contenedor se deberá de llenar y contratar un servicio de recolección.
- 1 contenedor para papel y cartón
- 1 contenedor para metales
- 1 contenedor para plásticos
- 1 contenedor para madera

- c. Almacenamiento
 - i. Describir en este capítulo las medidas de seguridad y supervisión que se llevarán a cabo en las áreas de almacenamiento de residuos.
 - ii. Indicar el número de personas encargadas, la forma de supervisión, etc.
- d. Recolección y transporte
 - i. Identificar y enlistar a las empresas que serán contratadas para la recolección y disposición de los residuos.
 - ii. Indicar los periodos de recolección de cada tipo de residuo así como las empresas recolectoras.
- e. Aprovechamiento
 - i. Indicar los tipos de residuos que serán aprovechados para reciclaje o para donación. La meta es que el 75% de los residuos totales de la obra sean aprovechados.
- f. Disposición Final
 - i. Describir las actividades de disposición dependiendo si es reciclaje, donación o envío a relleno sanitario indicando la ubicación exacta, empresa o institución que recibe los residuos así como una persona de contacto.

2. Implementación del Programa de Manejo

Una vez elaborado el Plan de manejo de Residuos se debe implementar para toda la duración de la obra para lo cual será necesario:

- i. Contratar a la empresa o empresas que recolectarán cada tipo de residuos.
- ii. Los obreros y contratistas deberán ser capacitados sobre la separación de los residuos y la cuadrilla de limpieza deberá estar encargada de supervisar la separación de los mismos.

3. Registro de disposición de residuos

Se deberá proporcionar al contratista el formato de reporte del manejo de residuos para que lleve un registro de las cantidades y destinos de cada material o residuo que salga del sitio de proyecto. Como ejemplo se muestra la siguiente tabla:

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

Material a reciclar	Disposición Final (reciclaje o donación)	Cantidad	Unidades
Cortes de varilla de acero	Empresa recicladora de metales	100	Kg
Envases de plástico PET	APREPET SA. De CV	20	Kg
Mampostería de demolición	Concretos Reciclados SA	200	Kg
Recortes de alfombra	Donación a Escuela Técnica 38	100	Kg
Cartón papel	RECILART SA de CV	30	Kg
TOTAL DE MATERIALES REICLADOS O DONADOS		450	Kg
Material a relleno sanitario	Sitio de disposición	Cantidad	Unidades
Basura no reciclable	Relleno Sanitario "La Ratonera"	150	Kg
TOTAL DE RESIDUOS ENVIADO A RELLENO SANITARIO O TIRADERO		150	Kg
TOTAL DE RESIDUOS DEL PROYECTO		600	Kg
PORCENTAJE DE RESIDUOS REICLADOS O DONADOS		75%	

Cada salida de material del sitio deberá quedar respaldada por un recibo por parte de la empresa recolectora o de la institución beneficiaria. En dicho recibo se debe indicar el tipo y cantidad de material recolectado.

El llenado de la tabla se deberá realizar quincenal o mensualmente con el fin de mantenerlo actualizado y al final del proyecto poder realizar una suma total.

ANEXO 2

Indicaciones para el Plan de Control de Erosión y Sedimentación

SS PR 1

Fecha de implementación: Etapa de pre-construcción

Duración: Todas las fases de construcción

Objetivos:

- Minimizar la superficie de suelo afectado: Remover la superficie vegetal únicamente en donde sea estrictamente necesario.
- Evitar que escurrimientos pluviales de otras áreas fluyan a través de las áreas de trabajo: Desviar escurrimientos para que no entren en contacto con suelos desnudos
- Disminuir la velocidad de los escurrimientos que fluyen a través del sitio.

La Topografía, Cimiento Indispensable de la Arquitectura Sustentable

- Remover los sedimentos contenidos en los escurrimientos pluviales antes de que abandonen el sitio: Protección de las alcantarillas o bocas de tormentas para atrapar sedimentos.
- Control de polvos: Cubrir almacén de materiales (arena, cemento, cal, etc.)

Indicaciones para cumplir este crédito:

2. Identificar junto con el contratista de pre construcción los puntos dentro del sitio en donde será necesario aplicar medidas de control de erosión, arrastre de sedimentos y azolve de alcantarillas de acuerdo al programa de obra y con el fin de cumplir los objetivos arriba mencionados. **(Poner especial atención a almacenes de materiales, excavaciones y superficies donde se encuentre el suelo desnudo así como en protección de desagües y alcantarillas)**
3. Identificar de acuerdo al programa de obra si en las futuras etapas de construcción existirán actividades o puntos dentro del sitio con potencial de afectaciones por erosión o arrastre de sedimentos.
4. Solicitar al contratista la elaboración de un Plan de Control de Erosión y Sedimentación que contenga los siguientes capítulos:
 - i. Identificación de operadores del sitio**(Operador: Persona que tenga control en la marcha del programa de obra y/o que realice actividades de supervisión y control de las actividades en el sitio)** Esta(s) persona(s) serán los responsables de la implementación del plan.
 - ii. Identificación de las áreas de control de cada operador
 - iii. Definición responsabilidades de cada operador en cuanto a la implementación del plan
 - iv. Descripción general del sitio del proyecto
 - v. Descripción cronológica de las actividades de construcción que afecten el suelo (retiro de cubierta vegetal o pavimento, excavaciones, etc.)
 - vi. Estimado en metros cuadrados de la superficie que será afectada por dichas actividades
 - vii. Plano general del sitio
 - viii. Plano de detalle del sitio indicando:
 - Principales pendientes y drenajes de la superficie
 - Áreas de suelo afectado
 - Ubicación de controles de erosión y arrastre de sedimentos a implementar
 - Almacenes de materiales
 - Almacenes de residuos de obra
 - ix. Descripción de cada control de erosión y arrastre de sedimentos a implementar
 - x. Programa calendarizado de implementación (De acuerdo a las fases de construcción)
 - xi. Descripción de medidas para evitar la dispersión de tierra y polvo por vehículos hacia fuera del sitio
 - xii. Descripción de las medidas aplicadas para proteger materiales almacenados en el sitio (arena, cemento, despalme)
5. Entregar el Plan elaborado a CÍVITA para su revisión
6. Especificar en los concursos a los contratistas la implementación las actividades descritas en el Plan de Control
7. La gerencia de obra deberá supervisar la correcta implementación del Plan mediante inspecciones y reportes semanales
8. En caso de encontrar alguna omisión para el cumplimiento del plan, corregir inmediatamente
9. Reportar las medidas implementadas y su funcionamiento en el Informe Mensual de Obra.

MEMORIA DESCRIPTIVA:

PLANTA SOTANO - 8 CISTERNAS Y ESTACIONAMIENTO npt.- 26.30

En esta planta se encuentran el sistema de cisternas y planta de tratamiento. Se componen por cisterna de agua potable, cisterna de reserva para protección de incendios, cisterna de agua pluvial y cisterna de agua jabonosa, planta de tratamiento y cisterna de agua tratada. También se localiza el sistema de bombeo y el sistema de protección contra incendios en el cuarto de máquinas. Cuenta con seis elevadores que lo comunican con la planta baja y primer nivel, además de los demás niveles de sótanos. Una escalera que comunica hasta el nivel 32 del edificio. Rampa vehicular de entrada y salida de los estacionamientos. Cuenta con 240 cajones.

Esta planta se compone por una Superficie Construida de = 9,130.461 m²

PLANTA SOTANO – 7 y – 6 ESTACIONAMIENTO npt.- 23.30 a - 20.30

Estas plantas están dedicadas a estacionamiento, cuenta con seis elevadores que lo comunican con la planta baja y primer nivel, además de los demás niveles de sótanos, una escalera que comunica hasta el nivel 32 del edificio y rampa vehicular de entrada y salida de los estacionamientos. Cuenta con 293 cajones por nivel.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 18,260.922 m²

PLANTA SOTANO – 5, - 4 y -3 ESTACIONAMIENTO npt.- 17.30 a - 11.30

Estas plantas están dedicadas a estacionamiento, cuenta con seis elevadores que lo comunican con la planta baja y primer nivel, además de los demás niveles de sótanos, una escalera que comunica hasta el nivel 32 del edificio y rampa vehicular de entrada y salida de los estacionamientos. Cuenta con 315 cajones por nivel.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 27,391.383 m²

PLANTA SOTANO – 2 ESTACIONAMIENTO npt.- 8.30

Esta planta está dedicada a estacionamiento, cuenta con seis elevadores que lo comunican con la planta baja y primer nivel, además de los demás niveles de sótanos, una escalera que comunica hasta el nivel 32 del edificio y rampa vehicular de entrada y salida de los estacionamientos. Cuenta con 293 cajones.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 9,130.461 m²

PLANTA SOTANO – 1 ESTACIONAMIENTO npt.- 5.30

En esta planta se localiza la entrada y del estacionamiento con 4 carriles de entrada y 4 de salida, también se encuentra la oficina de administración del sistema de valet parking en 69.767 m². También se ubica la acometida y subestación eléctrica del edificio. Esta planta está dedicada a estacionamiento, cuenta con seis elevadores que lo comunican con la planta baja y primer nivel, además de los demás niveles de sótanos, una escalera que comunica hasta el nivel 32 del edificio y rampa vehicular de entrada y salida de los estacionamientos. Cuenta con 218 cajones y 75 lugares para bicicletas y motocicletas.

Esta planta suma una Superficie Construida de = 9,130.461 m²

PLANTA SERVICIOS GENERALES npt.- 2.30

Esta planta está dedicada a la administración y operación del edificio. Cuenta con área de oficinas administrativas en 441.107 m², cuarto de control de automatización, cuarto de telefonía y enfermería. En este nivel se concentran las oficinas de vigilancia y cuenta con cuarto de descanso de choferes. El área de mantenimiento cuenta con oficina, almacén, taller y, servicios sanitarios y regaderas. En esta planta se localiza la entrada y salida del estacionamiento con 4 carriles de entrada y 4 de salida, también se encuentra la oficina de administración del sistema de valet parking. También se ubica la acometida y subestación eléctrica del edificio. Esta planta está dedicada a estacionamiento, cuenta con seis elevadores que lo comunican con la planta baja y primer nivel, además de los demás niveles de sótanos, una escalera que comunica hasta el nivel 32 del edificio y rampa vehicular de entrada y salida de los estacionamientos. Cuenta con 13 cajones.

Esta planta suma una Superficie Construida de = 1,650.300 m²

PLANTA BAJA npt. + 1.20

En esta planta se localiza el acceso peatonal al edificio y a la zona comercial mediante una gran plaza con áreas jardinadas, también y mediante un motor lobby se tiene acceso vehicular al estacionamiento. La planta baja del edificio cuenta con un vestíbulo donde se encuentra la recepción, un área de espera y se comunica por el interior a la zona comercial. Cuenta con dos grupos de 6 elevadores cada uno, de éstos, un grupo cubrirá los primeros 16 niveles de oficinas (del nivel 2 al 17) y el otro cubrirá los pisos siguientes (del nivel 17 al 31). Cuenta con acceso a los 6 elevadores del estacionamiento. Tiene dos escaleras, una que comunica la planta de Servicios Generales y al estacionamiento y dos escaleras que comunican todos los niveles del edificio.

Esta planta suma una Superficie Construida de = 4,923.446 m²

PLANTA NIVEL 1 npt. + 10.20

Esta planta está destinada principalmente a comercio. Cuenta con una gran terraza donde un parte está cubierta. El acceso a este nivel es a través de los 6 elevadores que dan servicio al estacionamiento y a la planta baja y cuenta con acceso a los dos cuerpos de escaleras que comunican a la planta baja en caso de emergencia exclusivamente.

Esta planta suma una Superficie Construida de = 1,917.600 m²

PLANTA NIVEL 2 AL 16 npt. + 16.95 a + 79.95

Estas plantas están destinadas a oficinas y cuentan con un grupo de 6 elevadores y dos cuerpos de escaleras que las comunica con la planta baja, también cuenta con un montacargas con servicio hasta la planta de Servicio Generales y con dos sanitarios para hombres y mujeres.

Estas plantas tienen una superficie construida cada una de 1,917.600 m²

sumando una Superficie Construida de = 28,764.00 m²

PLANTA NIVEL 17 al 23 npt. + 84.45 a + 111.45

Estas plantas están destinadas a oficinas y cuentan con un grupo de 6 elevadores y dos cuerpos de escaleras que las comunica con la planta baja, también cuenta con un montacargas con servicio hasta la planta de Servicio Generales y con dos sanitarios para hombres y mujeres.

Estas plantas tienen una superficie construida cada una de 1,956.615 m² sumando una Superficie Construida de = 13,696.305 m²

PLANTA NIVEL 24 npt. +115.95

Estas plantas están destinada a oficinas, cuenta con un grupo de 6 elevadores y dos cuerpos de escaleras que los comunica con la planta baja, también cuenta con un montacargas que los comunica con la planta de Servicio Generales y con dos sanitarios para hombres y mujeres, y cuenta con una terraza.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 1,956.615 m²

PLANTA NIVEL 25 al 30 npt. + 120.45 a 142.45

Estas plantas están destinadas a oficinas y cuentan con un grupo de 6 elevadores y dos cuerpos de escaleras que las comunica con la planta baja, también cuenta con un montacargas con servicio hasta la planta de Servicio Generales y con dos sanitarios para hombres y mujeres.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 11,739.690 m²

PLANTA NIVEL 31 npt. + 147.45

Esta plantas está destinada a oficinas, cuenta con un grupo de 6 elevadores y dos cuerpos de escaleras que los comunica con la planta baja, también cuenta con un montacargas que los comunica con la planta de Servicio Generales y con dos sanitarios para hombres y mujeres. Tiene la característica de contar con una terraza.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 1,122.528 m²

PLANTA NIVEL 32 npt. + 151.95

Esta planta está destinada a servicios y cuenta con un cuerpo de escaleras que lo comunica con la planta baja.

Estas plantas suman una Superficie Construida de = 324.330 m²

CONCLUSIONES:

A lo largo de este documento hemos podido observar que los diferentes métodos para medir distancias no están obsoletos, a pesar de que la tecnología ha avanzado a pasos agigantados, cuando el Ingeniero Topógrafo los utiliza para resolver cualquier inconveniente en las diferentes etapas de que consta una obra de Arquitectura o Ingeniería el resultado de las mediciones se vuelve óptimo al apoyarse con los instrumentos que tecnológicamente son lanzados al mercado.

Es por eso que la relevancia de la Ingeniería Topográfica dentro de cualquier proyecto, y sobre todo en la Arquitectura es determinante para garantizar un excelente término en la construcción de los grandes edificios que hoy en día surgen de la demanda de los corporativos nacionales e internacionales que se instalan en nuestro país.

La torre Elyza es un ejemplo de la relevancia que tiene la topografía en todo proceso, ya que aunque aún no se construye, el levantamiento Topográfico fue fundamental para que, Space pudiera diseñar uno de los edificios más sustentables y eficientes de Latinoamérica.

Todos los proyectos realizados por Space están sustentados por un levantamiento topográfico lo cual garantiza que el diseño de todos los espacios sean aprovechados para un mejor confort de los que ocuparán dichos espacios, científicamente está probado que entre mejor sea diseñado el sitio de trabajo la productividad aumenta en un alto porcentaje.

El conocer la superficie ha cobrado hoy en día una gran importancia debido al costo de las rentas que erosionan los grandes corporativos, por lo que la topografía debe de ser la encargada de determinar estas superficies debido al amplio conocimiento que se tiene y a los diferentes metodologías de las que se dispone, en la actualidad existen ya métodos como los que se rigen en los Estados Unidos conocido como BOMA para poder delimitar las diferentes áreas en las que se divide un edificio de oficinas y poder hacer así los cálculos de las áreas rentables y útiles y poder saber con exactitud el costo de la renta, por lo que el levantamiento topográfico de interiores es vital para conocer dicha superficie y poder así aplicar el método antes mencionado .

Hoy en día la Topografía ha tomado un papel protagónico de toda obra de Ingeniería y Arquitectura por lo que se requiere de una constante actualización en el tema tecnológico pero también no se debe de descuidar la cuestión académica se debe de intervenir para mejorar los planes de estudio y poder así crear especialidades para que la carrera esté siempre a la vanguardia y pueda haber Ingenieros Topógrafos más calificados y dejar así de estar a la sombra de las otras Ingenierías.

BIBLIOGRAFIA:

Construction Measurements

John Wiley & Sons Inc.

Editorial Limusa S.A.

ISBN 968-18-1153-4

Técnicas Modernas en Topografía

Bannister / Raymond

Editorial Alfaomega S.A de C.V.

ISBN 968-6062-98-X

Topografía

Miguel Montes de Oca

Servicios de Ingeniería S.A.

ISBN 968-6062-04-1

Topografía

Wolf / Brinker

Editorial Alfaomega S.A de C.V.

ISBN 970-15-0221-3