



BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTA DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

**“CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍA PARA LA
ELABORACIÓN DE LA ESTACION DE
COMPRESIÓN GASODUCTO EXTENSIÓN
SURESTE EN TUXPAN, VERACRUZ.”**

TESIS

QUE PRESENTA:

VIRIDIANA RODRIGUEZ ALONSO

PARA OBTENER EL GRADO EN

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA TOPÓGRAFICA Y
GEODÉSICA**

ASESOR DE TESIS:

MAESTRO INGENIERO MÁXIMO ÁVILA CRUZ

PUEBLA, PUEBLA.

OCTUBRE 2024



Oficio No. SAC/1866/2024

C. Viridiana Rodríguez Alonso -201643365-
Pasante de la Licenciatura en Ingeniería
Topográfica y Geodésica
Presente.

En atención al Tema de Tesis que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de ésta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional, como medio de Titulación se dio revisión y se ha autorizado el tema denominado:

"CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN GASODUCTO EXTENSIÓN SURESTE EN TUXPAN, VERACRUZ."

Por lo anterior hago de su conocimiento que se asigna como Director de Tema al Mtro. Máximo Ávila Cruz.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente
"Pensar bien para vivir mejor"
H. Puebla de Z. a 22 de octubre de 2024

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director



M'ACGZ/M'VGL/barv
C.c.p. Archivo

Facultad
de Ingeniería

Bvd. Valsequillo y Av. San Claudio
s/n, edif. ING - 4, Col. San Manuel,
Ciudad Universitaria,
Puebla, Pue. C.P. 72570
222 229 55 00 Ext. 7610

M. I. Angel Cecilio Guerrero Zamora
Director de la Facultad de Ingeniería
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Presente.

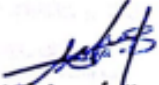
El que suscribe: Mtro. Máximo Ávila Cruz, director del tema de tesis:

**"CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN
GASODUCTO EXTENSIÓN SURESTE EN TUXPAN, VERACRUZ."**

Presentada por el C. Viridiana Rodríguez Alonso -201643365-, pasante del Colegio de Ingeniería Topográfica y Geodésica, y en atención al oficio No. SAC/1866/2024 con fecha de emisión 22 de octubre de 2024, me permito informar a Usted que después de haber revisado cuidadosamente el contenido temático, metodología, redacción y ortografía de la tesis correspondiente, no tengo inconveniente en autorizar la impresión del mismo.

Sin otro particular, le reitero la seguridad de mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z. a de 28 de octubre de 2024


Mtro. Máximo Ávila Cruz
Director de Tema

M'MAC/BARV
C.c.p. Archivo

DEDICATORIA

A Dios; por ser mi guía en cada paso dado, por fortalecer mi vida e iluminar mi mente.

A mi madre; mi heroína de capa larga, a la que con fortaleza, sabiduría y amor incondicional me sigue guiando en cada paso de mi vida. Gracias por ser mi luz en momentos oscuros y por creer en mí siempre. Este triunfo es de los tres.

A mi padre; por ser ejemplo, por enseñarme la palabra sacrificio, lucha y resiliencia, por ser el mayor de los pilares y demostrar que todo se logra con dedicación y responsabilidad. Este triunfo es de los tres.

A mi hermana; por impulsarme a ser mejor y por darme el mejor de los regalos que la vida puede dar. ¡Siempre mantén una visión de éxito en tu vida!

A mi hermano; por enseñarme que la distancia nunca es impedimento de nada ¡Eres grande y valiente!

A mis amigos de universidad; por las anécdotas, las experiencias, el apoyo y la amistad formada estos años.

A ti Samantha Villalobos Rodríguez; por ser mi impulso, mi pilar, mi apoyo emocional, mi arcoíris y la luz de mi vida. Cada paso que doy es por ti, cada logro que quiero cumplir es para ti. Espero que algún día también encuentres la fuerza y la pasión para perseguir tus propios sueños y metas; yo estaré siempre contigo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, al **Ing. Máximo Ávila Cruz** por el apoyo brindado en este proceso y llevarme por el mejor camino para la elaboración de esta tesis. Gracias por su apoyo, paciencia y resistencia.

Mi agradecimiento también va dirigido al **Ing. Sebastian Vitelli** por las oportunidades brindadas y por la confianza depositada en esta experiencia laboral.

De igual manera mi gratitud total al **Ing. Juan María Elizalde** y al **Ing. Alfredo Rojas** por compartir con pasión y profesionalismo sus conocimientos de Topografía y Construcción para conmigo.

Por último, pero no menos importante; a mi compañero de aventura, que me impulsó a culminar este trabajo y que se mantiene presente en altas y bajas. Sigue demostrando que la seguridad es un pilar importante. **¡Gracias Ingeniero!**

ÍNDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
INDICE DE FIGURAS	10
INDICE DE TABLAS.....	12
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	15
ANTECEDENTES	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
OBJETIVOS.....	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
JUSTIFICACIÓN.....	21
HIPÓTESIS	24
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	25
CAPÍTULO I. ZONA DE ESTUDIO	30
LOCALIZACIÓN.....	30
FISIOGRAFÍA Y SUELOS	32
CLIMATOLOGÍA	33
GEOLOGÍA.....	34
HIDROLOGÍA	35
USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN	37
POBLACIÓN Y VIVIENDA	38
ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	40

SERVICIOS Y CONECTIVIDAD	41
EDUCACIÓN	43
CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	44
TOPOGRAFÍA	44
CONCEPTO	44
RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS CIENCIAS.....	47
CARTAS, MAPAS Y PLANOS	49
TIPOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	51
GEODESIA	53
CONCEPTO	53
RAMAS DE LA GEODESIA	54
SISTEMAS DE REFERENCIA.....	56
CONCEPTO	56
TIPOS DE SISTEMAS DE REFERENCIA	57
¿QUÉ ES EL DATUM?	60
DATUMS EXISTENTES	60
PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS	61
CONCEPTO	61
TIPOS DE PROYECCIONES	62
CLASIFICACIÓN SEGÚN PROPIEDADES GEOMÉTRICAS	63
ALTIMETRÍA.....	65
CONCEPTO	65
ESTUDIO GEOMÉTRICO DEL TERRENO.....	66
CONFIGURACIÓN DEL TERRENO	66
NIVELACIÓN	67

CONCEPTO	67
TIPOS DE NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA	68
TERRACERÍAS.....	70
CONCEPTO	70
MATERIALES	71
CAPÍTULO III. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO	73
ESTACIÓN DE COMPRESIÓN	73
COMPONENTES DE UNA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN.....	75
FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN	77
IMPACTO AMBIENTAL	78
ACTIVIDADES QUE DESARROLLAR.....	80
GESTIÓN AMBIENTAL SUSTENTABLE.....	81
NORMA 14001	81
EFFECTOS POSITIVOS DE LA NORMA ISO 14001	82
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	84
CAPÍTULO IV. ALCANCES DEL PROYECTO.....	86
DRENES VERTICALES PREFABRICADOS	86
SISTEMA DE MEJORAMIENTO DE SUELOS CON COLUMNAS DE MODULO CONTROLADO (CMC)	87
BANCOS DE MATERIALES	90
LOCALIZACIÓN DE BANCOS	91
CARACTERÍSTICAS DE UN BANCO DE MATERIALES.....	92
ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍA.....	94
DISEÑO DE UN PROYECTO	94
CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....	95

TRAZO Y NIVELACIÓN EN CAMPO.....	97
TRAZO EN CAMPO.....	98
SEÑALIZACIÓN DE COORDENADAS.....	101
CONSTRUCCIÓN DE MOJONERAS	102
TOLERANCIAS	103
CAPÍTULO V. PROCESO CONSTRUCTIVO Y RESULTADOS	104
OPERACIONES PREVIAS	105
DESBROCE DEL TERRENO	105
ELIMINACION DE LA CAPA DE TIERRA VEGETAL.....	109
CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN	111
EXTENDIDO.....	112
HUMECTACIÓN O DESECACIÓN.....	113
COMPACTACIÓN	115
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.	117
CONSIDERACIONES.....	117
GRANULOMETRÍA.....	117
REALIZACIÓN DE CALAS	118
TERMINACIÓN DEL TERRAPLÉN.....	120
RESULTADOS Y ANEXOS	121
CONCLUSIONES	134
GLOSARIO	136
BIBLIOGRAFÍA	140

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Avance de ECVN al 76% en octubre 2024.</i>	23
<i>Figura 2. Tubería construida desde el lugar de producción hacia ECVN.</i>	25
<i>Figura 3 Válvula de cierres de emergencia.</i>	27
<i>Figura 4 Ubicación de Estación de Compresión Veracruz Norte, Tuxpan, Ver.</i>	31
<i>Figura 5 Vista Satelital; el sitio se encuentra a 8.5 km de la carretera Tuxpan - Tamiahua.</i>	31
<i>Figura 6 Fisiografía del municipio de Tuxpan, Ver.</i>	32
<i>Figura 7 Climatología del municipio de Tuxpan, Ver.</i>	33
<i>Figura 8 Suelos dominantes municipio de Tuxpan, Ver.</i>	34
<i>Figura 9 Geología municipio de Tuxpan, Ver.</i>	34
<i>Figura 10. Subcuencas de la Región Hidrológica RH27 del sitio.</i>	35
<i>Figura 11 Laguna de Tamiahua, cercana al sitio de estudio.</i>	36
<i>Figura 12. Uso de suelo y Vegetación del municipio de Tuxpan, Ver.</i>	37
<i>Figura 13 Tabla Poblacional Tuxpan 2020.</i>	39
<i>Figura 14. Relación de Topografía con otras ciencias.</i>	48
<i>Figura 15 Carta Topográfica de Tuxpan Veracruz.</i>	50
<i>Figura 16. Levantamiento Topográfico de Construcción ECVN.</i>	52
<i>Figura 17. Ramas de la Geodesia</i>	55
<i>Figura 18. Sistema de referencia inercial.</i>	58
<i>Figura 19 Sistema de Referencia No Inercial.</i>	59
<i>Figura 20 Proyecciones, Equivalente, Equidistante y Conforme.</i>	64
<i>Figura 21. Nivelación de soportes para Air Cooler en ECVN.</i>	68
<i>Figura 22. Nivelación Trigonométrica.</i>	69
<i>Figura 23. Nivelación Geométrica</i>	69
<i>Figura 24. Nivelación GNSS</i>	70
<i>Figura 25 Colocación de material para tendido de capas.</i>	72
<i>Figura 26 "Infraestructura de Gas Natural (2016)" Secretaría de Energía.</i>	73
<i>Figura 27. Estación de Compresión Altamira 2018 (ECA) concluida.</i>	75
<i>Figura 28 Componentes de la ECVN.</i>	76

Figura 29. Beneficios ISO 14001	79
Figura 30. Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001	82
Figura 31. Estructuras principales de la ECVN.	85
Figura 32. Secuencia de Ejecución de la Técnica de Drenes Verticales Prefabricados.	87
Figura 33. Secuencia constructiva del mejoramiento de suelos con CMC.	89
Figura 34 Sistema de Mejoramiento de Suelos en ECVN	89
Figura 35 Distancia de Banco de Material a ECVN	93
Figura 36 Banco de material.	93
Figura 37. Estacado en terreno.	96
Figura 38. Delimitación de polígono listo.	97
Figura 39 Colocación de estacas con GPS en zona a trabajar.	99
Figura 40. Localización de puntos de referencia con GPS.	101
Figura 41 Toma de puntos con GPS	103
Figura 42. Fases de Construcción de un Terraplén.	105
Figura 43. Desmonte en la zona a trabajar con máquina excavadora.	108
Figura 44 Banco de desperdicio de E.C	110
Figura 45. Tendido de capas y maquinaria utilizada.	111
Figura 46. Tendido de material por capas mediante una moto conformadora.	113
Figura 47. Humectación del Terreno.	114
Figura 48. Vibro-compactador utilizado para alcanzar la compactación del terreno.	116
Figura 49 Datos tomados en cada cala.	119
Figura 50 Toma de calas en sitio.	119
Figura 51 Construcción de taludes en ECVN	120
Figura 52. Fotografía tomada con Dron del inicio de terraplén de la ECVN.	121
Figura 53. Mejoramiento de Suelos con DVP y CMC	122
Figura 54 Ubicación de DVP.	122
Figura 55 Replanteo de Puntos con GPS Hi Target GNSS RTK	123
Figura 56 Excavación realizada con apoyo topográfico.	124
Figura 57 Desfile de Tubería para Construcción de Gasoducto.	124

<i>Figura 58 Localización de puntos en AutoCAD.</i>	125
<i>Figura 59 Formato Excel para ubicación de puntos en AutoCAD.</i>	125
<i>Figura 60 Maqueta 3D ECVN</i>	126
<i>Figura 61 Construcción de taludes.</i>	126
<i>Figura 62 Cuadrícula de elevación creada en AutoCAD con replanteo topográfico.</i>	127
<i>Figura 63 Liberación Topográfica de calas para entrega a cliente.</i>	128
<i>Figura 64 Ubicación de coordenadas en AutoCAD para trazo en campo.</i>	130
<i>Figura 65 Levantamiento topográfico de calas por sección y capa.</i>	130
<i>Figura 66 Plano Topográfico de Protección de Taludes.</i>	131
<i>Figura 67 Plano Topográfico Puntos de Control</i>	132
<i>Figura 68 Plano Topográfico Movimiento de Tierras.</i>	133

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Datos Geográficos Tuxpan, Ver.</i>	38
<i>Tabla 2. Evolución Población de 1995 a 2020.</i>	38
<i>Tabla 3. Tasa de Crecimiento Media del 2000 al 2020</i>	39
<i>Tabla 4. Características de las Viviendas.</i>	40
<i>Tabla 5. Actividades Económicas en Tuxpan, Ver.</i>	40
<i>Tabla 6. Servicios de Salud en Tuxpan, Ver.</i>	40
<i>Tabla 7. Niveles de escolaridad en Tuxpan, Ver.</i>	43
<i>Tabla 8 Datos tomados con Estación Total.</i>	129

RESUMEN

La demanda de gas natural en el mundo continúa incrementándose al ser una gran alternativa energética que ofrece un menor costo y reduce los efectos ecológicos, frente a otros combustibles fósiles. Actualmente la principal fuente de gas natural en nuestro país es la importación, y continúa siendo más barata que la extracción. (TECTUSS TECHNOLOGICAL MOMENTUM, 2024)

Las terracerías se definen como volúmenes de materiales que se extraen del terreno y se utilizan para construir un camino. Si este volumen de material se utiliza en la construcción de terraplenes o rellenos, se compensan los movimientos de tierras y el volumen de desmonte que no se utiliza se denomina desperdicio.

La correcta realización de movimientos de tierras en proyectos de construcción depende de que la estructura construida funcione según lo previsto.

Para conocer en detalle el tipo de material a trabajar, se debe manejar la maquinaria y procedimientos de laboratorio adecuados.

En el presente documento se describe el estudio de campo para la construcción de la Estación de Compresión Gasoducto Sureste, en el cual se presentan una serie de metodologías y estudios de campo que permitieron delimitar el trazo definitivo del gasoducto.

El propósito de la presente investigación es facilitar el aprendizaje a estudiantes en formación que estén interesados en el área de la topografía o que tengan información que pueda ser útil para otras áreas de estudio.

Así mismo dejar claro al supervisor que los procedimientos que se deben realizar forman parte de la tarea de supervisión de movimientos de tierras y las fases en que se dividen.

INTRODUCCIÓN

La ocurrencia de accidentes de gran magnitud ha sido necesaria para poder adoptar medidas de seguridad tanto en actividades industriales como comerciales, es por ello por lo que la humanidad ha arraigado una actitud correctiva más que preventiva. En las empresas que realizan actividades consideradas de alto riesgo para la población, el equilibrio ecológico o el medio ambiente es necesario que haya seguridad.

Los movimientos de tierras son actuaciones que se deben realizar para preparar el terreno para el inicio de las obras. En primer lugar se suele realizar una tarea de desbroce que consiste en preparar el terreno retirando todo tipo de vegetación, malas hierbas u objetos que puedan perjudicar la obra.

Por consiguiente, es necesario realizar trabajos de excavación, separación o extracción. Las excavaciones pueden ser de vaciado o desmonte.

Durante una actividad de limpieza, implica mover grandes cantidades de tierra sobre una estructura y el trabajo se puede realizar sobre tierra o roca.

Con la tarea de limpieza, limpias la tierra debajo del nivel del suelo en el nivel inicial del edificio. Finalmente se colocan terraplenes, tierras o materiales que se consideran adecuados para llevar el terreno a la altura necesaria.

Las terracerías, por otro lado, es el relleno y nivelación del terreno con una base sólida para que se pueda realizar la construcción definida y no haya problemas en el futuro. Todo depende de la investigación y/o procedimiento del terreno que se realice y del proyecto futuro.

Para cubrir el rezago en el suministro de gas natural en el país, se ha proyectado la construcción de una estación compresora de 94.000 HP de potencia y un pipeline de 20km de longitud con 36 pulgadas de diámetro, incluyendo un Landfall (Direct Pipe) de 1,500 mts hasta el océano en el estado de Veracruz, México.

En la ejecución de levantamientos topográficos, son necesarias herramientas mecánicas precisas para la medir ángulos, pendientes, distancias y coordenadas del terreno sobre el que tenemos que intervenir con herramientas mecánicas precisas.

Los instrumentos topográficos han evolucionado a la par con los avances tecnológicos, creando e incorporando equipos topográficos más precisos, eficientes, ligeros, pero sobre todo más fáciles de utilizar; dando como resultado de sus aplicaciones, datos de campo cada vez más confiables, de mejor calidad y sobre todo en un tiempo de ejecución menor. (ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA MERIDIANO, 2016)

Con dichas innovaciones tecnológicas sobre los aparatos tradicionales de topografía, se tienen ahora los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), libretas electrónicas, Distanciómetros Laser, Niveles Laser y Estaciones Totales.

ANTECEDENTES

Construimos el **Gasoducto Presidente Néstor Kirchner**, la obra de infraestructura energética que conecta Vaca Muerta con el resto del país, ampliando un 30% la capacidad de transporte de gas natural. (Techint Ingeniería y Construcción, 2023)

Con tecnología de punta, se construyó en solo 10 meses el proyecto de infraestructura energética más importante de las últimas décadas en Argentina. Este Gasoducto que abarca Río Negro, Neuquén, La Pampa y Buenos Aires, tuvo inicio en el mes de agosto en el año 2022 donde más de 4,000 mil personas estuvieron trabajando en el pico de la obra.

Fueron utilizados 47,700 tubos, se obtuvieron más de 40,000 mil horas de capacitación para empleados de área, se utilizaron alrededor de 1,500 equipos y tuvo como finalización en el mes de junio del año 2023.

“El GPNK tuvo plazos muy exigentes y un gran desafío logístico en cuanto a campamentos, staffing, equipos y materiales. Pero la planificación, la incorporación de tecnología y la capacidad de reaccionar rápido fueron factores clave para que podamos lograrlo”. (Cardone, 2021)

“El principal desafío del proyecto fue el plazo. Tuvimos que hacer un seguimiento extremadamente riguroso desde que arrancamos con las terracerías para poder replantear estrategias que nos permitan adelantar el trabajo y arrancar en tiempo la construcción de las cimentaciones principales”. (Pimentel, 2023)

Se construyó la Estación de Compresión de gas más grande de su tipo en el país, en Altamira, Tamaulipas, conectando el sur de Texas con Veracruz. Aproximadamente el 40% del gas que se consume en México pasa por esta planta compresora.

En esta estación compresora se han proyectado 135,000 HP en total en 3 unidades donde se utilizó 3.5 hectáreas de construcción. Tuvo su inicio en octubre del 2016 finalizando su obra en noviembre del 2018. Durante la elaboración de esta EC fue un total de 2,111 millones de USD del monto del contrato, 1.3 millones de horas hombres y 650 colaboradores en conjunto en el pico de obra.

El proyecto **Estación Compresora Altamira** incluye el desarrollo de ingeniería, gestión de procura y suministros, construcción y precomisionamiento. Marcó un gran desafío para la compañía en México, ya que es el proyecto Greenfield de una estación compresora más grande desarrollado por el cliente en toda su historia, con tres turbocompresores únicos en su tipo en el país.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“Desde el momento en que te levantas por la mañana, hasta que te acuestas por la noche, es difícil encontrar un instante en el que no hayas usado energía transportada por un ducto” -*TC Energy*

Los ductos transportan la energía que necesitamos, así que el acceso a la energía nos permite a todos tener vidas más saludables, largas y prósperas. Si bien la generación de energía eólica y solar siguen creciendo rápidamente, se prevé que el gas natural y el petróleo proporcionen más del 50% de la energía mundial durante los próximos 30 años.

Mientras tengamos petróleo y gas en nuestras vidas, necesitaremos transportar esos productos a largas distancias hasta las personas e industrias que los necesitan y se benefician de ellos. Por lo tanto, el transporte subterráneo es la forma de transporte más ecológica y segura.

De igual forma, la red de transmisión es una autopista energética. El gas natural y el petróleo pueden transportarse a largas distancias desde lugares remotos hasta zonas pobladas.

En México poco más del 70% del gas natural que consume el país proviene de los Estados Unidos y es justo a través de los gasoductos que esta energía llega a las plantas y centrales eléctricas para generar la energía que se necesita.

El transporte por ductos es más seguro, eficiente y genera menos emisiones de GEI que el transporte por barco, camión o tren.

La sociedad espera que la energía generada se entregue de la manera más atenta posible y las compañías de gas utilizan ingenieros y expertos en seguridad y medio ambiente para asegurarse de que sus líneas cumplan rigurosos estándares ambientales y de seguridad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Demostrar la importancia de la Topografía como elemento necesario y fundamental para la correcta construcción de terracería en la **Estación de Compresión en Tuxpan Veracruz (ECVN)**, generando información planimétrica y altimétrica precisa y confiable.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar los elementos fundamentales de una Estación de Compresión.
- Exponer las diferentes etapas que corresponden a una obra de terracería.
- Demostrar el proceso más eficiente a seguir en la ejecución de una obra de terracería.
- Definir la importancia y las ventajas de una buena construcción de terracería para una obra adecuada.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se está llevando a cabo desde el mes de junio del 2023 en el municipio de Tuxpan Veracruz, en el cual se ha notado como característica principal el conecte con el estado de Tabasco, con compresión intermedio en Coatzacoalcos (estado de Veracruz).

Es un proyecto muy relevante para México en el sentido que sirve para abastecer de gas a toda la región del sureste del país.

Estudios hidrológicos indican que la zona de proyecto se encuentra en un área con alto riesgo de inundación. Para mitigar este riesgo, se propuso la construcción de una plataforma elevada con una altura de 2.15 m, con el objetivo de reducir la probabilidad de inundación y proteger la planta.

El uso de gas natural se ha incrementado en los últimos años para servicio a la industria, los comercios y domiciliario, por lo cual ha sido necesario extender las redes de transporte de gas natural. En México tenemos yacimientos ricos en gas natural en diferentes zonas, una de las más explotadas es la cuenca de Burgos, que se encuentran en el estado de Tamaulipas, desde donde se distribuye al mismo Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, etc.

El gas natural ha sustituido el uso de combustóleo, Diesel, gas LP, su manejo es de alto riesgo por lo cual la importancia de conocer la manera de transportarlo y manejarlo con seguridad.

La importancia del levantamiento topográfico radica en la creación de datos exactos, confiables y precisos sobre el plano y la elevación, lo cual es importante en un estudio de ingeniería, el levantamiento topográfico es muy importante en el desarrollo de proyectos de construcción de infraestructura ya que este ha evolucionado; y los avances ayudados por nuevas tecnologías que permiten una mayor medición e identificación.

Se realiza un levantamiento topográfico para determinar las estructuras irregulares en la superficie que conforman el terreno, mostrar la longitud del terreno existente en una determinada zona donde se propone el proyecto y construcción y así mismo brindar información sobre su ubicación de la superficie terrestre.

La construcción adecuada del camino de tierra es importante por que aumentará la altura del terreno mediante el relleno y el estrechamiento y también mejorará el flujo de agua del sistema, las líneas y las propiedades especiales del agua de lluvia.

Este tipo de construcción debe hacerse bien, ya que realizar estas actividades de forma eficaz y sin utilizar demasiado espacio requiere de gestión de equipos, logística y asistencia técnica. Cabe señalar que esta es una de las primeras tareas durante el desarrollo, ya que la construcción del edificio no se puede cambiar. Desde la construcción de diques hasta la nivelación del terreno, estas actividades son fundamentales para el éxito de cualquier proyecto. Con una adecuada preparación del terreno se mejorará la escorrentía de aguas pluviales, alcantarillado y la singularidad del proyecto.



Figura 1. Avance de ECVN al 76% en octubre 2024.

HIPÓTESIS

La Ingeniería Topográfica y Geodésica es un elemento indispensable y fundamental para el control en la construcción de la obra denominada Estación de Compresión en Tuxpan Veracruz (ECVN).

En el mundo de la construcción, las terracerías representan una fase crítica. Desde la creación de un terraplén hasta la nivelación de terrenos, estas actividades son fundamentales para el éxito de cualquier proyecto. Con la correcta elaboración de las terracerías, se mejora el flujo de la lluvia, los accesos y aspectos específicos del proyecto.

También obtenemos diferentes beneficios, como mejorar el terreno de manera que apoye la construcción, permitir hacer todo tipo de construcciones y aprovechar el resto para evitar convertirlo en desperdicio.

Las pendientes se utilizan en la construcción cuando se elevan a una altura sobre el suelo existente para proteger la estructura o evitar daños por el movimiento de la superficie o el suelo.

Para determinar los impactos ambientales y la mitigación de la construcción de corte y relleno, en esta etapa se deben tener en cuenta los materiales utilizados en estos proyectos, las normas ambientales a adoptar y el proceso de construcción.

Un buen diseño es fundamental para la durabilidad de cualquier estructura. La elección del material del suelo es muy importante no solo por que afecta a la protección y durabilidad del relleno, si no también por que afecta al medio ambiente. El uso de materiales locales y reciclados reducirá la huella de carbono del proyecto.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Un gasoducto es una infraestructura diseñada para el transporte de gas natural o gases similares a través de tuberías a largas distancias desde los lugares de producción hasta los puntos de consumo. Estas tuberías están fabricadas con materiales resistentes y duraderos que pueden soportar altas temperaturas, como el acero o el polietileno. Estas tuberías están enterradas en el suelo, bajo el mar o, a veces, transportadas por estructuras de gran altura para garantizar un transporte seguro y eficiente.



Figura 2. Tubería construida desde el lugar de producción hacia ECVN.

Para garantizar un transporte seguro y eficiente, los gasoductos utilizan la compresión de la estación a lo largo de sus rutas para aumentar y mantener la presión del gas.

Asimismo, se utilizan válvulas y reguladores para controlar el flujo y presión del monóxido de carbono en diferentes puntos de la tubería.

Los gasoductos son una parte fundamental de la industria energética, ya que permiten transportar el gas desde su lugar de extracción hasta los centros de consumo. Además, son una alternativa eficiente y segura para el transporte de gas, ya que evitan la necesidad de utilizar camiones cisterna o buques tanque.

El funcionamiento de la tubería se basa en el principio de diferencia de presión. El monóxido de carbono fluye de una zona alta a una zona baja a través de tuberías situadas a gran altura.

En líneas de transmisión largas, la estación debe instalarse en determinados momentos para mantener la altura suficiente.

Estas estaciones de compresión comprimen el gas, aumentando su presión y, por lo tanto, su velocidad de flujo. El gasoducto también cuenta con sistemas de control y monitoreo que supervisan el flujo, la presión y la temperatura del gas en todo momento para garantizar un transporte seguro y eficiente.

En resumen, un gasoducto es una parte importante para el transporte de gas natural a la larga distancia, que utilizar tecnología y equipos especializados para mantener el flujo constante y la seguridad del gas transportado.

Los gasoductos deben cumplir con diversas normativas y medidas de seguridad para garantizar su correcto funcionamiento y prevenir accidentes. Algunas de estas medidas incluyen:

INSTALACIÓN DE VÁLVULAS Y SENSORES

Es necesario instalar válvulas a lo largo del gasoducto que permitan interrumpir el flujo en caso de accidente o fuga que afecte negativamente la presión de gas. Además, se deben colocar sensores que puedan detectar eventuales fugas y transmitir la información del estado del gasoducto a los operadores.



Figura 3 Válvula de cierres de emergencia.

ESTACIONES DE COMPRESIÓN

En los casos en los que el gasoducto sea muy largo, se deben instalar estaciones de compresión a lo largo de la tubería. Estas estaciones permiten mantener la presión adecuada del gas a lo largo de todo el recorrido.

MEDIDAS DE SEGURIDAD ADICIONALES

Además de las válvulas y los sensores, se debe tomar otras medidas como la construcción de caminos para facilitar el acceso a los puntos en los que se producen las fugas, la instalación de equipos contra incendios y estaciones de emergencias.

- **Impacto ambiental y regulaciones:** Para minimizar el impacto ambiental de los gasoductos, se deben realizar diversas inspecciones durante el proceso de construcción y se debe analizar la huella que produce la instalación del gasoducto en el terreno. Además, se deben cumplir con regulaciones específicas en cada país.

Los gasoductos desempeñan un papel fundamental en el transporte de gas combustible a larga distancia. Su construcción y operación deben cumplir con normativas y medidas de seguridad para garantizar su correcto funcionamiento y prevenir accidentes. Además, se deben tomar medidas para minimizar el impacto ambiental de los gasoductos.

La eficiencia en el uso de maquinaria para terracerías y equipos de movimiento de tierra es vital. Equipos modernos con el mantenimiento adecuado no solo aceleran el proceso, sino que también minimizan el impacto ambiental mediante la

reducción de emisiones y el impacto en el suelo. La nivelación precisa de terrenos es fundamental para la seguridad y estabilidad de los proyectos de construcción.

El uso de tecnologías como el GPS, protege el medio ambiente y los ecosistemas locales al permitir una buena clasificación y reducir la sobreexplotación de la tierra.

Una planificación detallada y transparente es esencial para manejar eficientemente los presupuestos en movimientos de tierra. Comprender diferentes aspectos del proyecto y anticipar problemas puede evitar retrasos y costos inesperados. La gestión ambiental no es sólo una responsabilidad legal sino también una responsabilidad social. Desde replantar un árbol hasta gestionar cambios de permisos en México, cada acción importa. Las prácticas responsables no sólo protegen el medio ambiente, sino que también crean una imagen positiva y confianza entre los clientes y las comunidades.

La construcción de terracerías es un área donde la eficiencia, la economía y el respeto ambiental pueden y deben de ir de la mano. Adoptar prácticas sostenibles y tecnologías eficientes no solo es beneficioso para el medio ambiente, sino que también mejora la imagen de la empresa y fomenta la confianza de los clientes. En última instancia, un enfoque equilibrado en las terracerías es un paso hacia un futuro más sostenible en la construcción. (GRUPO MUNDO VERDE, 2023)

CAPÍTULO I. ZONA DE ESTUDIO

LOCALIZACIÓN

El proyecto **South East Expansion (SEE)** se encuentra ubicado al norte del municipio de Tuxpan, en el estado de Veracruz. El acceso al predio se localiza sobre la carretera Tuxpan – Tamiahua a la altura del KM 19.2, donde inicia el poblado de Tamiahua, a la derecha se toma una desviación por camino de terracería, siguiendo el camino por 7 km aproximadamente, llegando a este punto se sigue a mano derecha por una vereda donde se puede acceder en vehículo por 1.5 km. Sus coordenadas son las siguientes:

Coordenadas Geográficas:

21°5'39.46" N

97°24'42.11" O

Coordenadas UTM:

664980.00 m E

2333406.10 m N

La zona de estudio comprende un polígono de 61,372.71 m² que representa tan solo un 0.17% de la superficie del municipio de Tuxpan, Veracruz.

Colinda al norte con los municipios de Álamo Temapache, Tamiahua y el Golfo de México; al este con el Golfo de México y el municipio de Cazones de Herrera; al sur con los municipios de Cazones de Herrera y Tihuatlán; al oeste con los municipios de Tihuatlán y Álamo Temapache.

La siguiente imagen satelital muestra la macro y la micro localización del proyecto, ubicado en Tuxpan, Veracruz, México.



Figura 4 Ubicación de Estación de Compresión Veracruz Norte, Tuxpan, Ver.

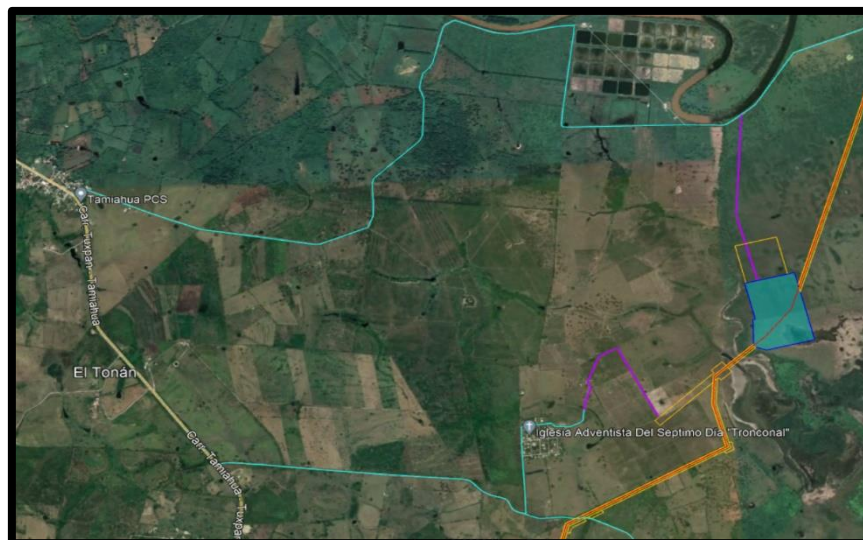


Figura 5 Vista Satelital; el sitio se encuentra a 8.5 km de la carretera Tuxpan - Tamiahua.

FISIOGRAFÍA Y SUELOS

El municipio de Tuxpan Veracruz por sus características topográficas corresponde:

- 70.3% Zona Urbana e Industrial
- 15.4% al pastizal
- 7.7% cuerpo de agua
- 6.4% al área agrícola.

En el tema fisiográfico de Tuxpan, Veracruz, sus características son:

- **Provincia:** Tiene una llanura costera del Golfo Norte (100%).
- **Subprovincia:** Llanuras y Lomeríos (100%)
- **Sistema de Topoformas:** Lomerío Típico (76%), Valle con Llanuras (22%)
Playa y Barra (22%)

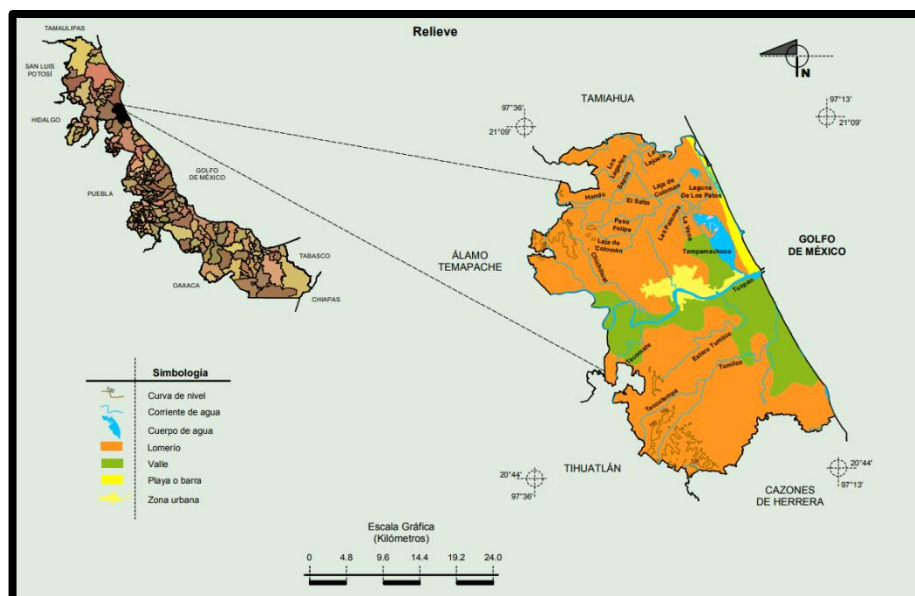


Figura 6 Fisiografía del municipio de Tuxpan, Ver. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010)

CLIMATOLOGÍA

Comprende de un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (90.30%), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (5.64%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (4.06%).

Teniendo una precipitación media anual que oscila entre los 1,400 – 1,600 mm y una temperatura media anual del 24°C – 26°C.

Hablando del “Tipo de Clima” observamos que es de **Tipo Am** que se refiere a Tropical Monzónico y el **Tipo Aw** que es Invierno Seco.

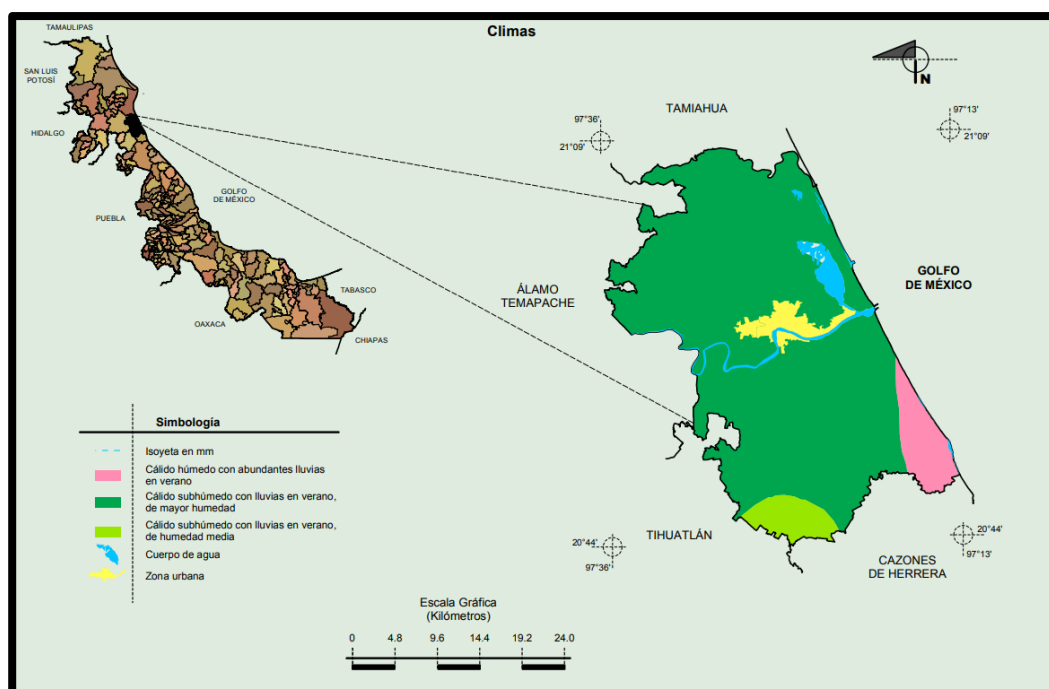


Figura 7 Climatología del municipio de Tuxpan, Ver. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010)

GEOLOGÍA

El ciclo geológico de Tuxpan Veracruz se divide en 3 periodos: Neógeno (56.07%), Cuaternario (22.80%) y Paleógeno (15.10%). Los tipos de rocas que abundan en la zona son:

- **Sedimentaria:**

Arenisca (56.07%) y Lutita – Arenisca (15.10%).

- **Suelo:**

Aluvial (11.36%), Lacustre (10.94%) y Litoral (0.50%).

Así mismo se presentan 6 tipos de suelos dominantes los cuales se dividen en Regosol (28.49%), Cambisol (24.96%), Vertisol (22.59%), Leptosol (12.75%), Solonchak (5.05%) y Phaeozem (0.13%).

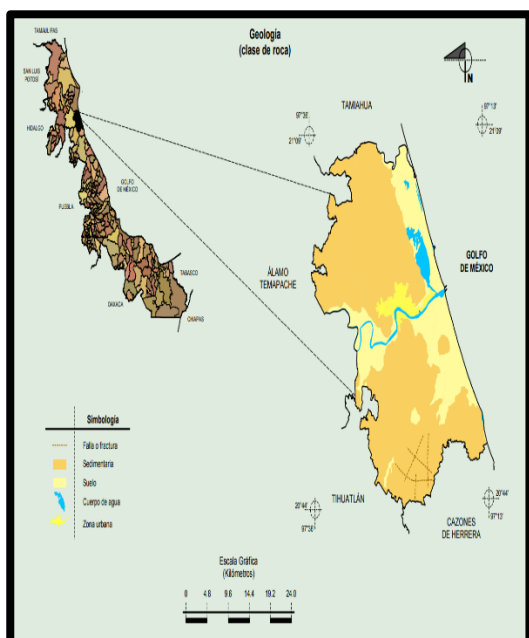


Figura 9 Geología municipio de Tuxpan, Ver.

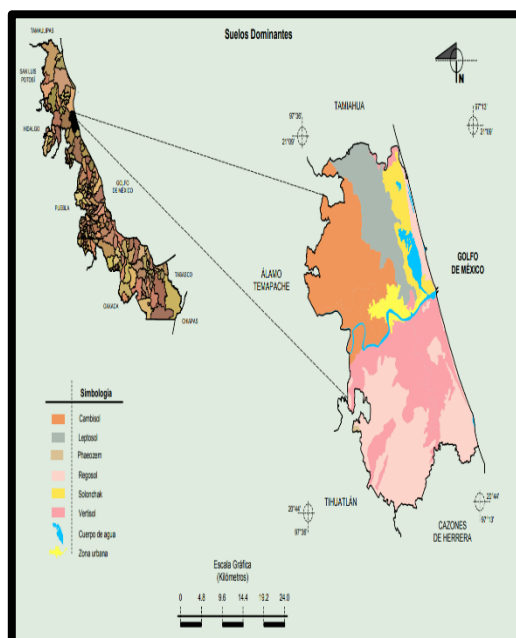


Figura 8 Suelos dominantes municipio de Tuxpan, Ver.

HIDROLOGÍA

La hidrografía en México es abundante y en el Estado de Veracruz tenemos una cantidad considerable de agua, a continuación, se comparten algunos datos hidrológicos importantes del municipio:

- **Región Hidrológica:**

Tuxpan-Nautla (100%).

- **Cuenca:**

Río Tuxpan (50%), Río Cazonces (31%) y Laguna de Tamiahua (19%).

- **Subcuenca:**

Río Tuxpan (36%), Estero y Laguna de Tumilco (30%), laguna de Tamiahua (19%), Río Pantepec (10%), A. Tecomate (4%) y Río Cazonces (1%).

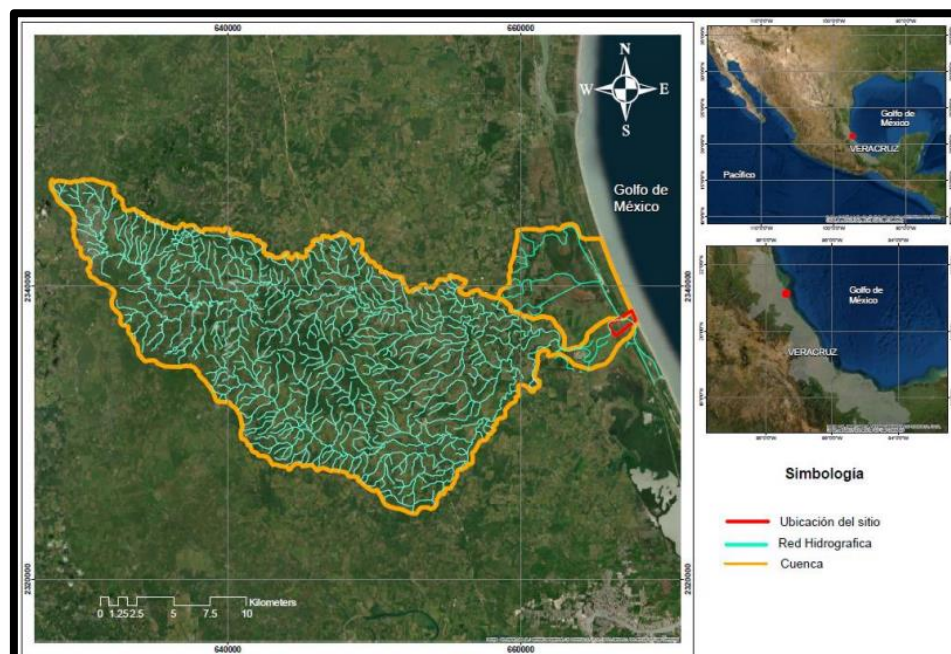


Figura 10. Subcuencas de la Región Hidrológica RH27 del sitio. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005)

- **Corrientes de Agua:**

Perennes: Tecomate y Tumilco.

Intermitentes: Chichihual, El Salto, Estero Tumilco, Hondo, La Lajuela, Laja de Coloman, La Vena, Los Lagartos, Paso Felipe, Sapos, Las Palomas y Tecoxtempa.

- **Cuerpos de Agua:**

Perennes (3%): Laguna de los Patos, Tampamachoco y Tuxpan.

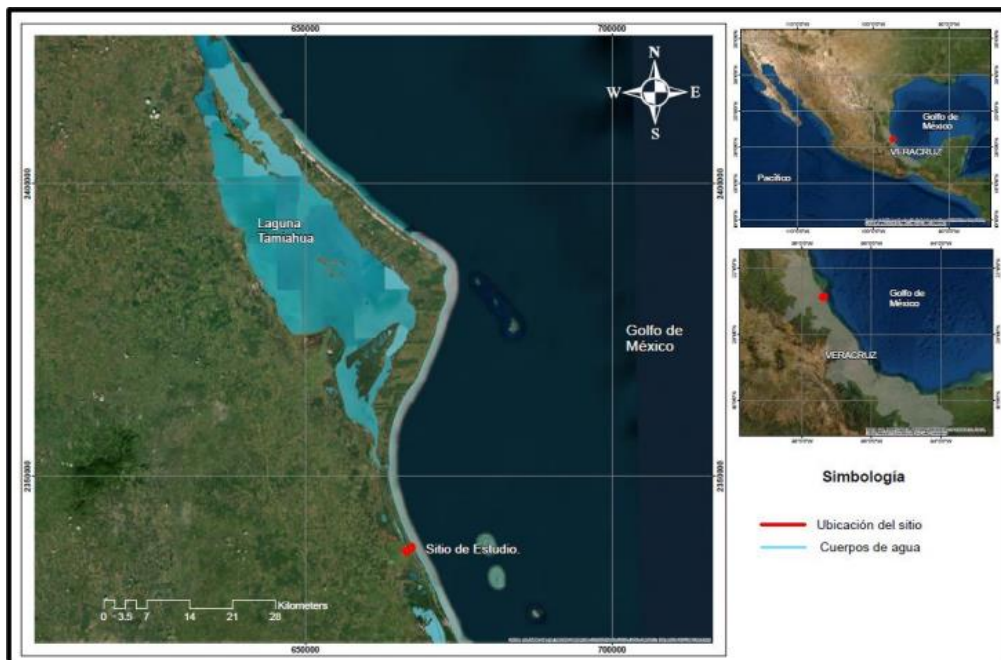


Figura 11 Laguna de Tamiagua, cercana al sitio de estudio. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010)

USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

Sobre el uso potencial de la Tierra en Tuxpan, Veracruz. Se encontraron los siguientes datos:

- **Uso de Suelo:**

Agricultura (30%) y Zona Urbana (3%)

- **Vegetación:**

Pastizal (47%), Selva (6%), Tular (5%), Manglar (4%), Bosque (1%) y otro (1%).

Para la agricultura mecanizada continua (60%), para la agricultura con tracción animal continua (17%), para la agricultura manual continua (5%).

En el tema pecuario se obtuvo un 18% que no es apta para la agricultura, para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (60%), para el establecimiento de praderas cultivadas con tracción animal (17%), para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (4%), para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (1%), no apta para uso pecuario (18%).

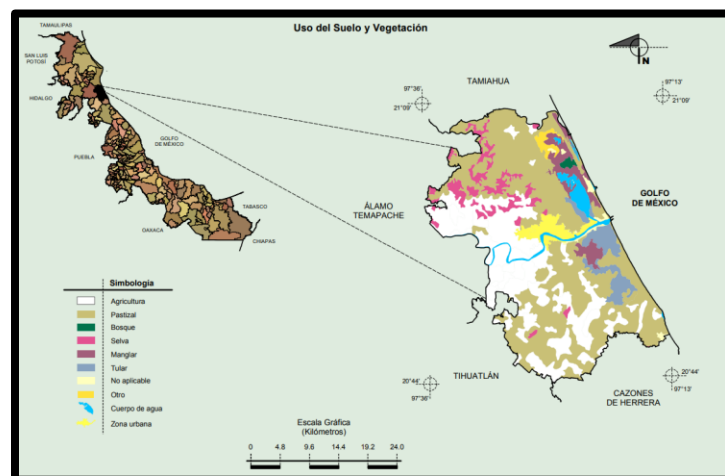


Figura 12. Uso de suelo y Vegetación del municipio de Tuxpan, Ver. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2010)

POBLACIÓN Y VIVIENDA

En 2020, la población en Tuxpan fue de 154,600 habitantes (48% hombres y 52% mujeres). En comparación a 2010, la población en Tuxpan creció un 7.84%. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron de 5 a 9 años (12,259 habitantes), 10 a 14 años (12,209 habitantes) y de 15 a 19 años (12,156 habitantes). Entre ellos concentraron el 23.7% de la población total.

DATOS GEOGRÁFICOS	
Indicador	Valor
Cabecera municipal	Tuxpan de rodríguez cano
Localidades en 2020	317
- Urbanas	- 3
- Rurales	- 314
Superficie	966.2 km ²
Porcentaje del territorio estatal	1.3%
Densidad poblacional en 2020	160 hab/km ²

Tabla 1. Datos Geográficos Tuxpan, Ver.

EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN				
Año	Total	Hombres	Mujeres	Proporción estatal (%)
2020	154,600	74,195	80,405	1.92
2015	161,829	77,949	83,880	1.99
2010	143,362	69,764	73,598	1.88
2005	134,394	65,207	69,187	1.89
2000	126,616	61,156	65,460	1.83
1995	127,622	62,171	65,451	1.89

Tabla 2. Evolución Población de 1995 a 2020.

TASA DE CRECIMIENTO MEDIA	
PERIODO	TASA (%)
2015-2020	-0.91
2010-2015	2.58
2005-2010	1.40
2000-2005	1.06

Tabla 3. Tasa de Crecimiento Media del 2000 al 2020

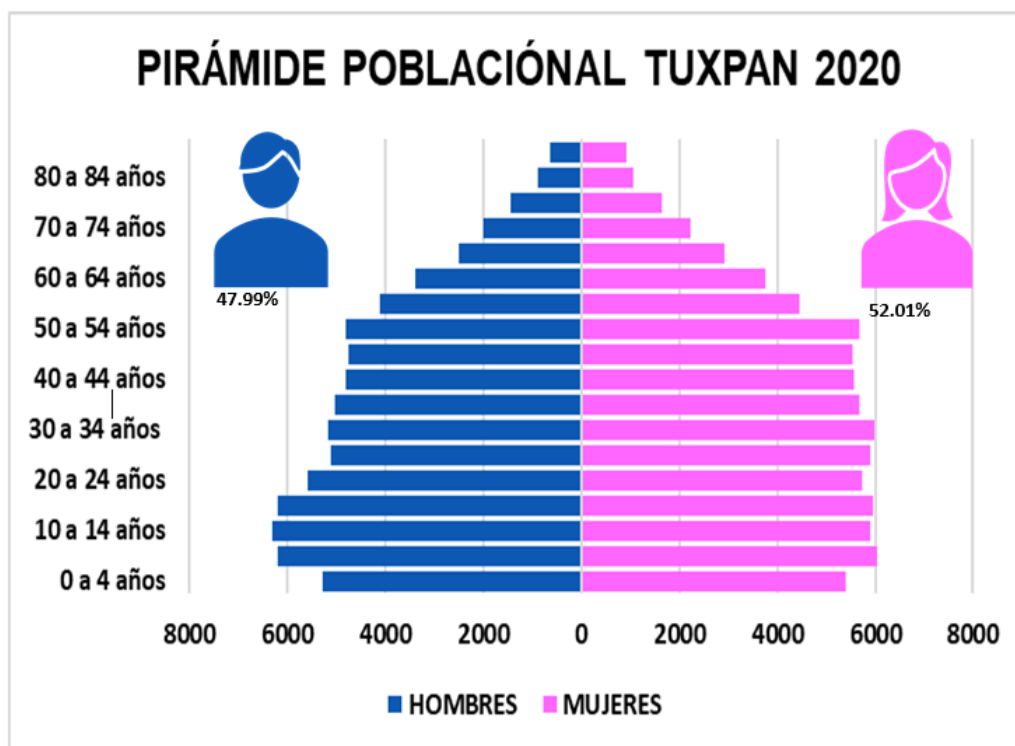


Figura 13 Tabla Poblacional Tuxpan 2020.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS	TOTAL
Total de viviendas.	33,834
Total de viviendas particulares.	33,825
Total de viviendas particulares habitadas.	27,162
Viviendas particulares no habitadas.	6,663
Viviendas particulares habitadas con piso de material diferente de tierra.	26,523
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica.	26,971
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario.	26,367
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje.	26,724

Tabla 4. Características de las Viviendas. (SEFIPLAN, 2021)

ACTIVIDADES ECONÓMICAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	
Primarias	• Pesca • Ganadería
Secundarias	• Industrias • Construcción
Terciarias	• Transporte • Comercio • Turismo • Culturales

Tabla 5. Actividades Económicas en Tuxpan, Ver.

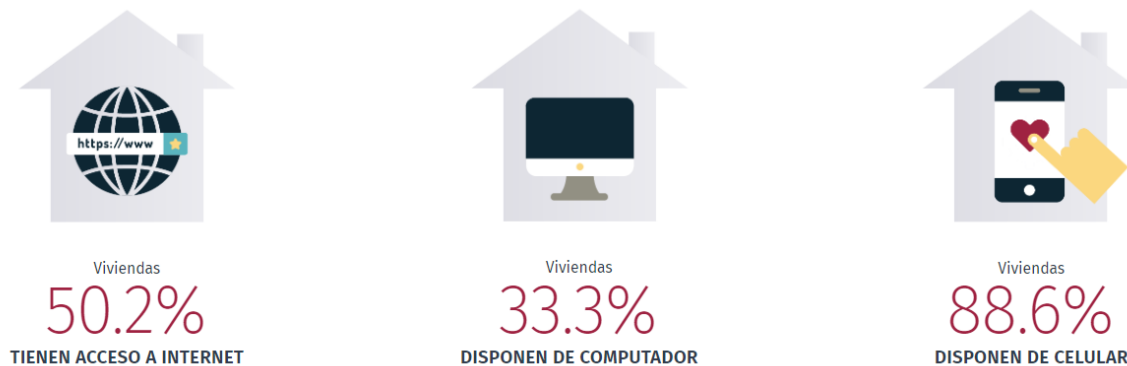
TIPO DE SERVICIO DE SALUD	
PÚBLICA	• Secretaría de salud • Instituto Mexicano del Seguro Social
PRIVADA	• Centro Médico Tuxpan • Policlínica • Clínica San José • Clínica Guadalupe

Tabla 6. Servicios de Salud en Tuxpan, Ver.

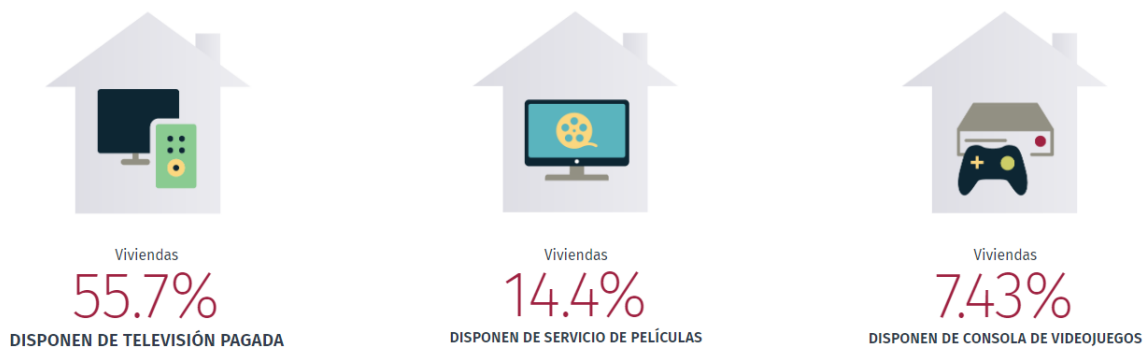
SERVICIOS Y CONECTIVIDAD

Los íconos presentan el porcentaje de hogares que cuentan con determinados elementos de conectividad y/o servicios.

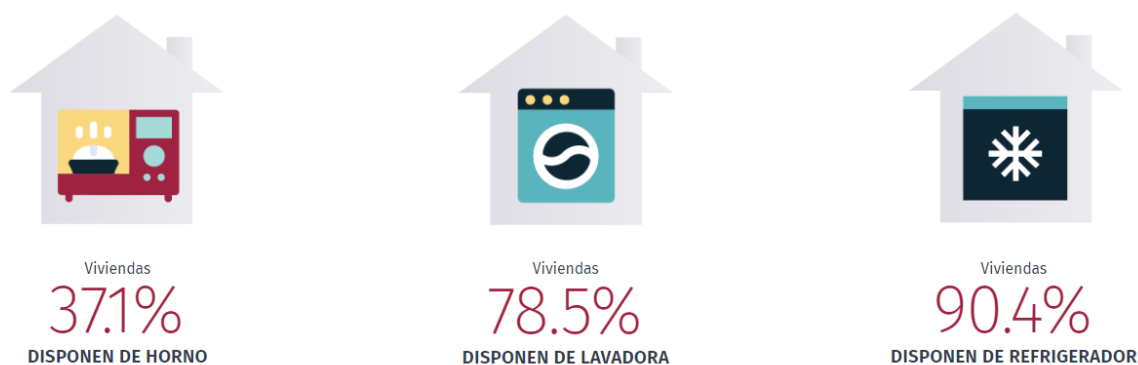
ACCESO A TECNOLOGÍAS



ENTRETENIMIENTO



DISPONIBILIDAD DE BIENES



DISPONIBILIDAD DE TRANSPORTE



Viviendas
33.9%
DISPONEN DE AUTOMÓVIL



Viviendas
10.6%
DISPONEN DE MOTOCICLETA



Viviendas
11.1%
DISPONEN DE BICICLETA

EQUIPAMIENTO



Viviendas
0.54%
DISPONEN DE PANELES SOLARES



Viviendas
1.06%
DISPONEN DE CALENTADOR SOLAR DE AGUA



Viviendas
22.4%
DISPONEN DE AIRE ACONDICIONADO

EDUCACIÓN

La gráfica muestra la distribución porcentual de la población de 15 años y más en Tuxpan según el grado académico aprobado.

En 2020, los principales grados académicos de la población de Tuxpan fueron:

- Secundaria (30.4 mil personas o 26.7% del total)
- Primaria (27.7 mil personas o 24.4% del total)
- Preparatoria o Bachillerato (26 mil personas o 22.8% del total)

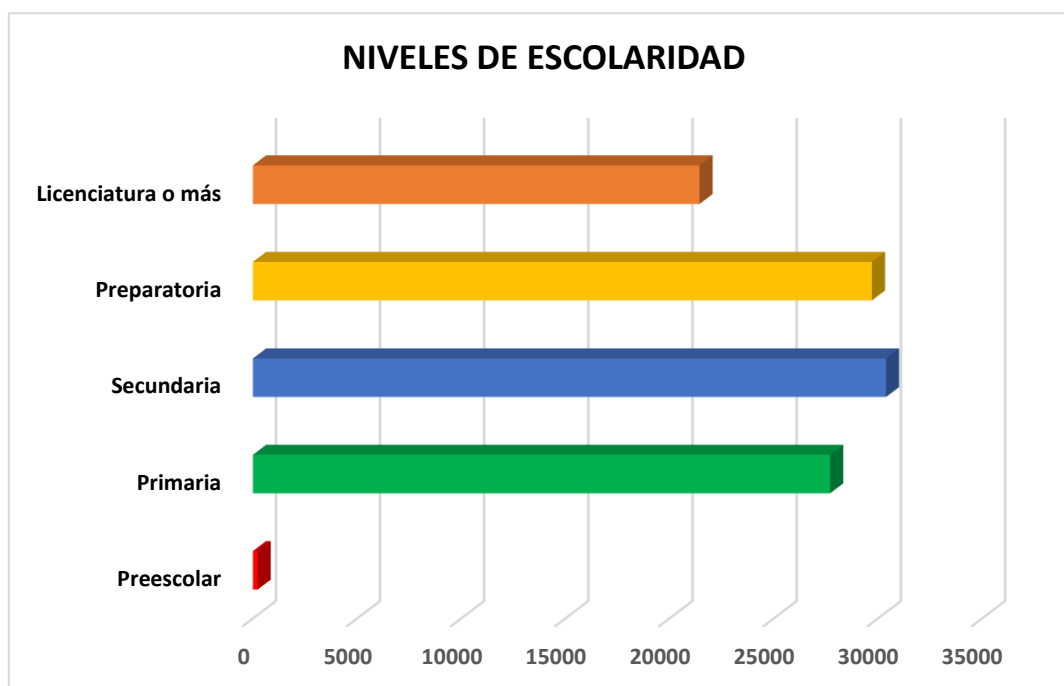


Tabla 7. Niveles de escolaridad en Tuxpan, Ver. (Gobierno de México, 2020)

CAPÍTULO II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

TOPOGRAFÍA

CONCEPTO

“La topografía en general, es una aplicación de la geometría y, por tanto, sin el conocimiento de esta ciencia, sería imposible que aquella llenara el cometido que tiene asignado. La Topografía define la posición y las formas circunstanciales del suelo; es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y los procedimientos por los cuales se pueden representar, todos los accidentes que en ella existen, sean naturales o debidos a la mano del hombre. El medio usual de expresión es el dibujo. La Topografía se encuentra directamente relacionada con la Tierra. El estudio de la Tierra como cuerpo en el espacio le corresponde a la astronomía; y como globo terrestre en lo que concierne a su configuración precisa y a su medida le corresponde a la Geodesia; pero el hombre tiene necesidad de algo más, de un estudio detallado de un territorio determinado de la tierra, en el cual orientará su existencia diaria.” (Marquez, 1994)

La ciencia que estudia los instrumentos existentes, la forma de utilizarlos y los métodos de trabajo a seguir hasta dibujar el terreno con todos sus accidentes, se llama Topografía.

Se trata de la ciencia que determina las dimensiones o características tridimensionales de una porción de la tierra que se considera plana; estas dimensiones las determina a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

La topografía incluye la evaluación topográfica, que es un conjunto de métodos utilizados para determinar la ubicación de puntos en la superficie de la Tierra. Para elaborar planos y secciones suelen analizar aristas y volúmenes tomando medidas angulares y lineales tomadas desde la superficie.

La teoría topográfica es tan importante como la geometría plana, la trigonometría lineal y esférica y otros conocimientos matemáticos. La finalización de una operación subterránea consta de dos etapas separadas; la toma de datos en campo y el posterior trabajo en gabinete.

La toma de datos en campo se basa en dibujar el croquis de la zona y medir ángulos y distancias a cada punto significativo. En gabinete se efectúan los cálculos necesarios y se representa, finalmente, en el plano del terreno.

Con estas bases el trabajo de un topógrafo se divide en cinco actividades principales:

1. Selección de método de levantamiento, del instrumental y de la ubicación más probable de vértices.
2. Colocación de señales para deslindar o marcar linderos.
3. Realización de mediciones y registros de datos en campo.
4. Elaboración de cálculos con base en datos registrados para determinar la ubicación de puntos y obtener áreas y volúmenes.
5. Dibujo o representación de las medidas para obtener un plano, mapa topográfico de forma tradicional, pero con la ayuda de métodos computarizados.

Cada trabajo, dependiendo de la finalidad a la que va destinado, debe realizarse con mayor o menor rigor, a fin de conseguir que los errores que se cometan no sean representativos. Los trabajos deberán, siempre, poderse comprobar y determinar su precisión a través de una serie de puntos de control.

La topografía tiene como finalidad concienciar sobre los diferentes tipos de herramientas del oficio, mostrar sus funciones y realidades, conocer los diversos procesos utilizados en las mismas y comentar errores de cálculo.

RELACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON OTRAS CIENCIAS

La topografía comparte métodos e instrumentos con otras ciencias, pero también dispone de muchos que le son propios.

La **geodesia**, cuyo objetivo es estudiar la forma y dimensiones de la Tierra, es un complemento necesario de la topografía, ya que determina las coordenadas de todos los puntos de marcas permanentes en el terreno, llamados ángulos geodésicos, a los que debemos encajar los planos topográficos.

Así mismo, cuando se trata de levantamientos que alcanzan una zona de gran extensión, dado que la Tierra constituye una superficie curva y las representaciones en Topografía se realizan por planos, habrá de apoyarse en la **Cartografía**, la cual estudia las transformaciones de superficies no desarrollables y las deformaciones que se producen.

La base matemática sobre la que se fundamenta la topografía es la **geometría** y la **trigonometría plana**. Con estos fundamentos, podemos entender que la Topografía tiene relación directa con la Geometría, Trigonometría, Geodesia y Cartografía.

Los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), un caso particular de los cuales es el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), consisten en una constelación de satélites perfectamente localizados espacial y temporalmente que transmite datos que, procesados convenientemente por los receptores, pueden proporcionar a los usuarios información sobre la posición (Coordenadas

Geográficas) y la hora (Cuatro dimensiones) con una gran exactitud, en cualquier parte de la superficie terrestre.

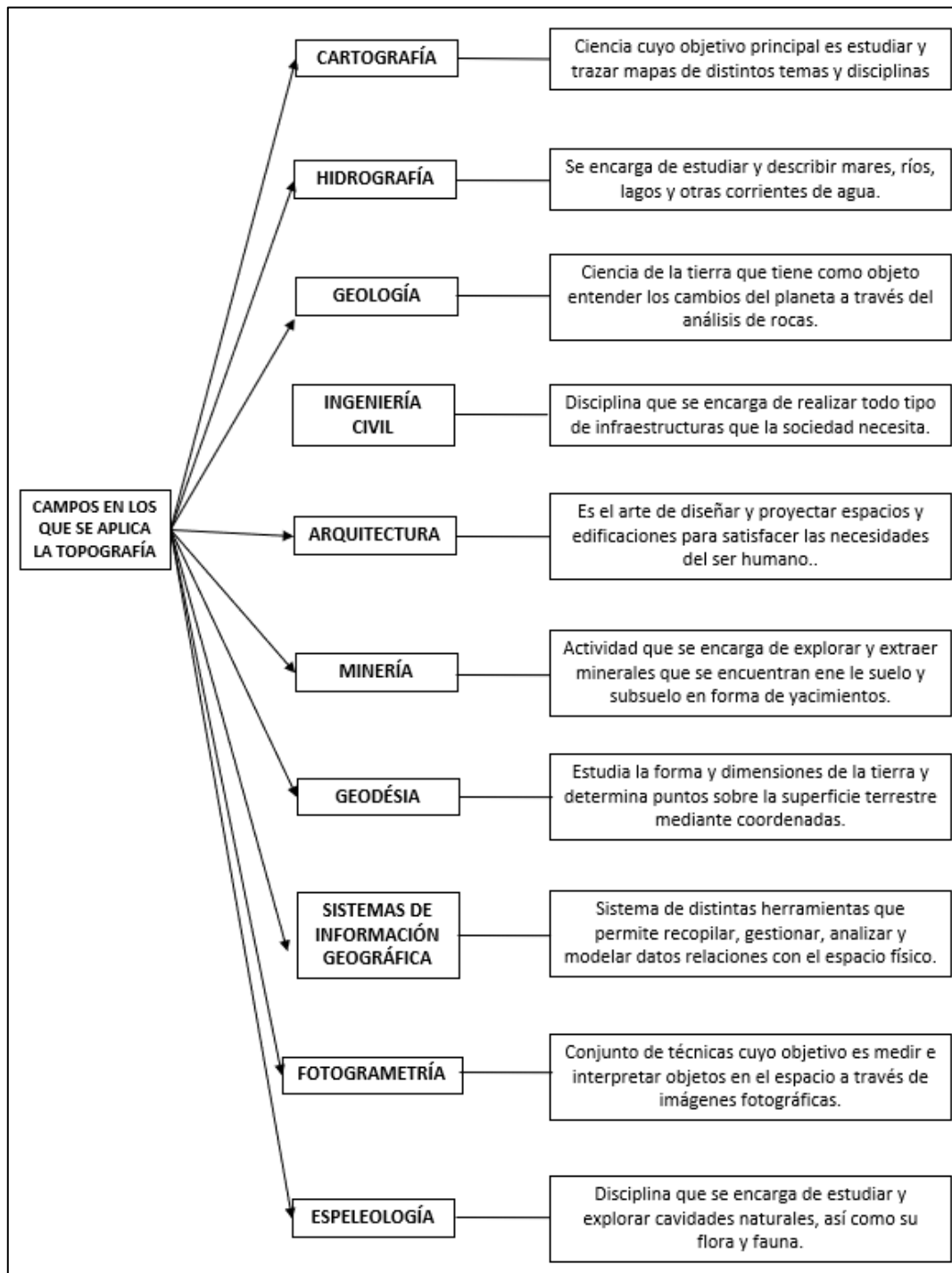


Figura 14. Relación de Topografía con otras ciencias.

CARTAS, MAPAS Y PLANOS

El método ideal para representar la superficie terrestre sería mediante el uso de globos, que son esferas en las que se plasmarían los océanos y continentes, con sus respectivas elevaciones y depresiones. Sin embargo, debido a las limitaciones de tamaño y a la dificultad que implicaría su manipulación, es necesario recurrir a representaciones bidimensionales en papel.

El proceso de convertir la superficie terrestre, que se encuentra cerca del elipsoide, a una representación plana exige la aplicación de sistemas de transformación específicos utilizados en la Cartografía. Un mapa, en términos generales, es una representación gráfica de fenómenos, ya sean concretos o abstractos, que están ubicados en la Tierra o en el universo. Se puede distinguir de la siguiente manera:

- **Mapas Temáticos:** Dar producciones agrícolas, de vegetación, mapas de población, meteorológicos, estadísticos, etc.
- **Mapas Cartográficos:** Describen los accidentes naturales y artificiales del terreno, definiéndolos como una superficie plana de toda o una parte de la tierra.

El mapa que abarca la totalidad del globo se denomina planisferio y si su representación se realiza por medio de 2 hemisferios, entonces, se llama mapamundi.

Si el mapa representa una superficie marina, se denomina Carta. Las Cartas de navegación o derrota, indican con todo detalle los accidentes de las costas, faros, boyas, etc. O características físicas del mar, como profundidades, corrientes, etc.

En la actualidad están adquiriendo gran importancia los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la producción, tratamiento, gestión y almacenamiento de la información cartográfica. Un SIG consiste en incorporar a la representación gráfica del terreno gran cantidad de información de todo tipo, asociada a una potente base de datos.

Los mapas que muestran extensiones amplias, como países o continentes, se conocen como mapas geográficos. Por otro lado, aquellos que cubren áreas más reducidas y ofrecen un mayor nivel de detalle se denominan mapas topográficos. Estos últimos constituyen la representación más precisa de la superficie terrestre.

En términos generales, un plano es una representación a escala de un objeto. En el contexto de la topografía, un plano se define como la representación gráfica de una porción de terreno lo suficientemente pequeña como para omitir la curvatura de la Tierra.



Figura 15 Carta Topográfica de Tuxpan Veracruz.

TIPOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Un levantamiento topográfico consiste en la medición exhaustiva y precisa de las características de un terreno. Su propósito es recopilar información sobre elementos como la altitud, la pendiente, y la localización de edificaciones, carreteras, ríos, entre otros aspectos presentes en la superficie.

Existen diversos tipos de levantamientos, cada uno con un enfoque tan especializado que incluso un profesional con amplia experiencia en distintas áreas podría tener dificultades para dominarlos en su totalidad. No obstante, es esencial que una persona dedicada a la topografía posea conocimientos fundamentales y complementarios en Astronomía práctica moderna.

Se describe la clasificación de los principales tipos de levantamientos topográficos:

- ✓ **Levantamiento Topográfico Urbano:**
- ✓ **Levantamiento Topográfico de Construcción:**
- ✓ **Levantamientos Topográficos Forestales:**
- ✓ **Levantamientos Topográficos Catastrales:**
- ✓ **Levantamientos Topográficos Mineros:**
- ✓ **Levantamientos Topográficos Subterráneos:**
- ✓ **Levantamientos Batimétricos**

Los diferentes tipos de levantamientos topográficos tienen aplicaciones específicas en diferentes campos, desde la planificación urbana hasta la gestión de recursos naturales. Es importante elegir el tipo adecuado de levantamiento topográfico según la función requerida y los requisitos de precisión.

Los avances tecnológicos han permitido la optimización de los instrumentos y técnicas empleados en los levantamientos topográficos, lo que ha resultado en una mayor precisión y eficiencia en la medición y representación tanto de la superficie terrestre como de la subterránea.



Figura 16. Levantamiento Topográfico de Construcción ECVN.

GEODESIA

CONCEPTO

La Geodesia se enfoca en la forma y las dimensiones de la Tierra. Proporciona los métodos e instrumentos necesarios para determinar las posiciones relativas de un conjunto específico de puntos distribuidos por toda la superficie terrestre. A partir de estos datos, es posible inferir la forma y las dimensiones de grandes áreas del planeta o incluso de la totalidad del mismo. Estos puntos son conocidos como vértices geodésicos. En el ámbito de la Geodesia, la verdadera forma de la superficie terrestre, que no presenta una figura regular, se aproxima mediante un elipsoide de revolución.

Gracias al establecimiento de los vértices geodésicos, la Geodesia establece una estructura o marco que permite a la Topografía llevar a cabo su labor. Esta última utiliza con frecuencia técnicas geodésicas y, en ocasiones, también recurre a la Astronomía de Posición para determinar la ubicación y orientación de sus trabajos. Generalmente se considera que el ámbito de aplicación de la Topografía está delimitado por el triángulo geodésico de tercer orden, dentro del cual se puede suponer que la superficie terrestre es plana sin incurrir en errores significativos (al menos en términos de planimetría).

La principal distinción entre Geodesia y Topografía radica en que esta última se ocupa de áreas mucho más pequeñas. En efecto, en Topografía se asume comúnmente que el segmento del terreno analizado es plano.

El límite de actuación de la Topografía, o frontera entre ésta y la Geodesia, será aquella dimensión para la cual los errores debidos a la simplificación consistente en no considerar la curvatura terrestre dejen de ser despreciables.

El diccionario Webster define la geodesia como “la rama de la matemática aplicada que determina por observación y medición la posición exacta de puntos, elementos y áreas de grandes dimensiones sobre la superficie terrestre, las dimensiones y figura de la Tierra, y las variaciones del campo gravitatorio”.

Como objetivos principales de estudio de la geodesia, tenemos:

- **Campo Gravitatorio:** Determinación del campo de gravedad de la Tierra y su variación en el tiempo.
- **Variaciones Temporales de los Fenómenos Geodinámicos:** Medición y representación de fenómenos como el movimiento polar, la marea terrestre y las deformaciones de la corteza terrestre.
- **Posicionamiento:** Determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre.

RAMAS DE LA GEODESIA

Existen distintas maneras de determinar la forma y dimensiones de la Tierra, razón por la cual resulta necesario dividir la Geodesia en distintas ramas:

- **Astronomía Geodésica:** Permite calcular mediante observaciones astronómicas las coordenadas geográficas: longitud, latitud y dirección de la meridiana. Esta rama es la primera que interviene y determina unas referencias conocidas como Puntos Astronómicos Fundamentales y Datum.

- **Geodésica Clásica o Geométrica:** Emplea el elipsoide como superficie de referencia, midiendo ángulos y distancias y resolviendo triángulos elipsoicos. Resuelve la forma y dimensiones sobre dicha superficie. Como origen de coordenadas parte de un Datum.
- **Geodesia Física o Dinámica:** Estudia el campo gravitatorio, partiendo de mediciones gravimétricas. Permite conocer la forma, pero no las dimensiones. Por eso es necesario que se apoye en puntos obtenidos mediante otras ramas de la Geodesia.
- **Geodesia Espacial o Tridimensional:** Utiliza satélites espaciales para determinar las coordenadas. Trata el problema de la forma y dimensiones de la Tierra en un sistema de referencia cartesiano tridimensional, en el que el elipsoide solo será una superficie auxiliar sobre la que recalculan las coordenadas geográficas.

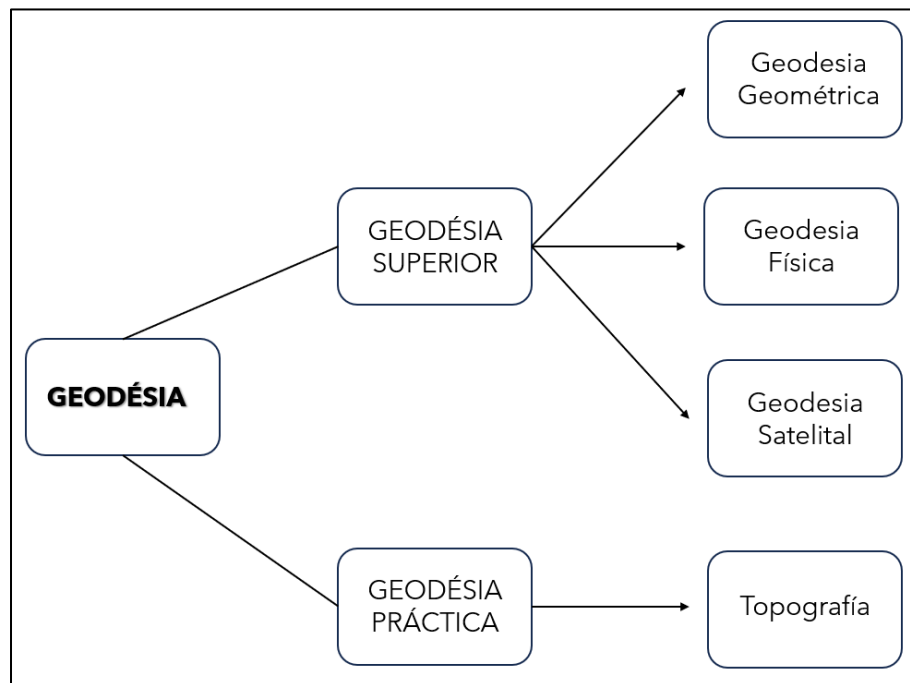


Figura 17. Ramas de la Geodesia

SISTEMAS DE REFERENCIA

CONCEPTO

Un sistema o marco de referencia es el conjunto de coordenadas espaciotemporales utilizadas para determinar la posición, velocidad y aceleración de un punto u objeto en el espacio. La magnitud, dirección y sentido de las magnitudes físicas mencionadas anteriormente, entre muchas otras, dependerá del sistema de referencia utilizado por lo que éste debe ser explicitado. (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2013)

Según su estado de movimiento, los marcos de referencia pueden ser inerciales o no inerciales.

Un sistema de referencia, o marco de referencia, puede definirse como un conjunto de convenciones que incluyen coordenadas espacio-temporales, empleadas por un observador para determinar la posición y otras propiedades físicas de un objeto o sistema físico.

Las magnitudes como la posición, velocidad y aceleración son relativas a dicho sistema de referencia. Por lo tanto, los valores numéricos de estas magnitudes varían según el sistema utilizado; sin embargo, siempre se podrán establecer relaciones matemáticas que faciliten la descripción de las magnitudes en un marco de referencia diferente al original donde fueron inicialmente medidas.

La figura “natural” de la Tierra, excluyendo la topografía o forma externa, se asemeja a la definición de geoide, definida como una superficie de nivel equipotencial del campo gravitatorio terrestre.

Esta superficie equipotencial o de nivel materializado por los océanos cuando se prescinde del efecto perturbador de las mareas (casi la superficie del nivel medio de los mares) es la superficie de referencia para la altitud.

TIPOS DE SISTEMAS DE REFERENCIA

Un sistema de referencia es el sistema de coordenadas espaciales elegido por un observador para describir un movimiento, al igual que el observador, el sistema de referencia puede estar en reposo o en movimiento con velocidad constante o acelerado, de acuerdo con ello se dividirían en:

SISTEMA DE REFERENCIA INERCIAL

Un sistema de referencia es inercial si se cumplen las leyes de movimiento establecidas por Newton, esto quiere decir que la variación del momento lineal del objeto o sistema es igual a la sumatoria de las fuerzas aplicadas sobre él.

Dado un sistema de referencia inercial, cualquier otro sistema de referencia que esté:

- a) Desplazado a una distancia fija respecto del primero.
- b) Con los ejes de coordenadas girados.
- c) Que se desplace con velocidad constante respecto del primero será también inercial.

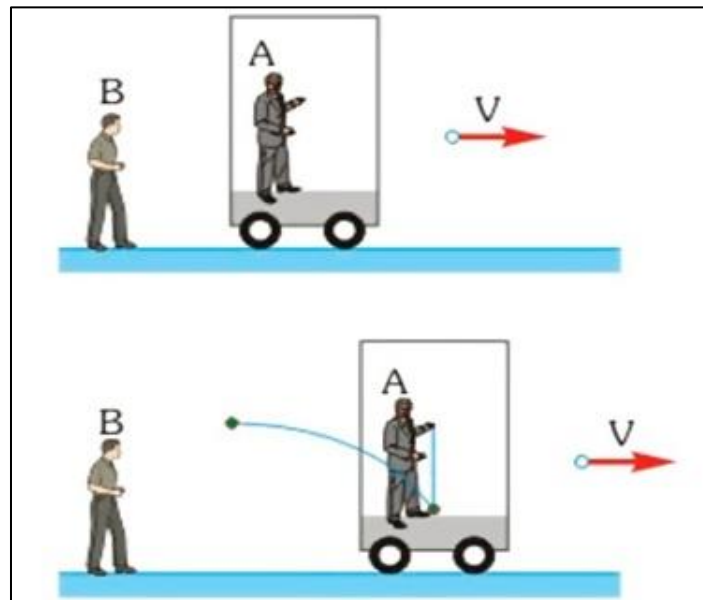


Figura 18. Sistema de referencia inercial.

SISTEMA DE REFERENCIA NO INERCIAL

Un sistema de referencia es no inercial si las leyes de movimiento establecidas por Newton no se cumplen, esto quiere decir que la variación del momento lineal del objeto o sistema no es igual a la sumatoria de las fuerzas aplicadas sobre él.

Dado un sistema de referencia inercial, cualquier otro sistema de referencia que describa un movimiento acelerado respecto al primero será considerado no inercial.

La aceleración del sistema tiene varias causas, entre ellas están:

- a) Cambio en el módulo de la velocidad.
- b) Cambio en el sentido o dirección de la velocidad.
- c) Un movimiento sobre sí mismo.
- d) Una combinación de cualquiera de los anteriores.

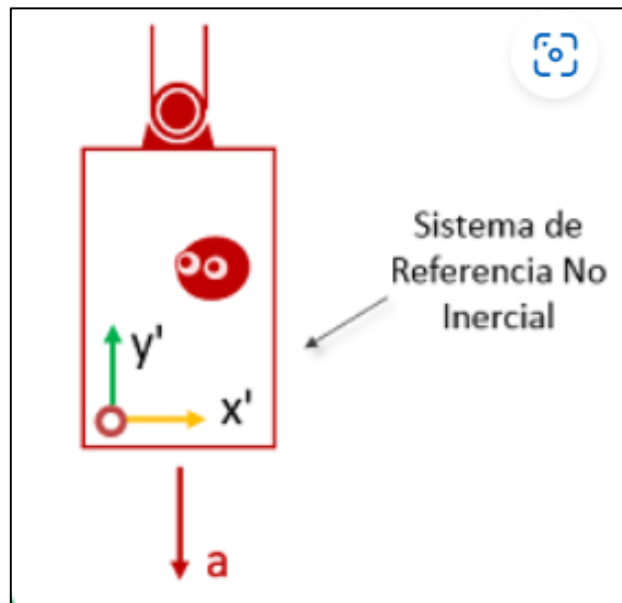


Figura 19 Sistema de Referencia No Inercial.

¿QUÉ ES EL DATUM?

El Datum tiene la función de permitir que un Sistema de Coordenadas Geográficas represente de manera precisa la superficie terrestre, superando las irregularidades inherentes a su forma no esférica. Si bien existe un Datum Global, cada continente o nación ha establecido su propio Datum para ajustar mejor el Sistema de Coordenadas Geográficas a su territorio específico. Por lo tanto, las coordenadas geográficas no son universales, sino que dependen del Datum de referencia utilizado. Así, un mismo punto puede tener diferentes representaciones en coordenadas geográficas según el Datum que se haya seleccionado.

DATUMS EXISTENTES

Como se mencionó anteriormente, cada continente posee su propio Datum como punto de referencia para crear su cartografía, pero, además, muchos países han creado su propio Datum para hacer su cartografía aún más exacta. Algunos de ellos son:

- **WGS84** (World Geodetic System 1984): Se utiliza de manera universal para todo el planeta. Es el que utiliza el GPS por defecto.
- **ETRS89** (European Terrestrial Reference System 1989): Se utiliza en toda Europa desde el 2007, aunque no suele venir en muchos GPS.
- **ED50** (European Datum 1950) o **ED79** (European Datum 1979): Se utiliza en la península e Islas Baleares (España). La diferencia entre ellos es mínima, por lo que se puede elegir cualquiera.

- **REGCAN95** (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales Canarias 1995): Se utiliza en las Islas Canarias (España), aunque no suele venir en los GPS, por lo que se utiliza WGS84 que es casi idéntico.
- **NAD27** (North American Datum of 1927) y **NAD83** (North American Datum of 1983): Se utiliza en América del Norte.
- **PSAD56** (Provisional South American Datum of 1956): Se utiliza en Sudamérica.
- **CSAD69** (South American Datum of 1969): Se utiliza en Brasil.

PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

CONCEPTO

La Tierra puede representarse como una esfera o, más correctamente, como un esferoide (es decir, como una esfera achatada por los polos). Esta forma esférica puede conservar, sin distorsiones, las relaciones geométricas entre latitud y longitud, ecuador y polos, continente y océanos y, por lo tanto, puede mostrar direcciones, distancias y áreas sin distorsiones.

Normalmente, los trabajos geodésicos implican la ubicación de puntos en la superficie terrestre y la determinación precisa de sus coordenadas. Es fundamental que los valores de estas coordenadas estén referidos a un sistema claramente definido.

Un Sistema de Referencia Geodésico, o Datum, se refiere a la definición integral de los parámetros utilizados para establecer las coordenadas de cualquier punto en la Tierra con total claridad.

Por otro lado, una proyección cartográfica es una representación sistemática de los paralelos y meridianos que corresponden a una superficie tridimensional, llevándolos a un plano bidimensional. Es importante destacar que no es posible adaptar una superficie plana a una esfera sin provocar estiramientos o contracciones.

TIPOS DE PROYECCIONES

Las proyecciones analizan las distintas transformaciones matemáticas necesarias para representar la superficie esférica del planeta en un formato plano, buscando minimizar las deformaciones que puedan afectar los datos o las relaciones geométricas de los objetos representados durante este proceso.

No existe alguna proyección que no tenga ningún error de deformación, lo cual se hace llamar distorsión. Como es imposible conservar todas las propiedades al mismo tiempo, hay que concentrarse en qué tipo de mapa se requiere realizar, ya que cada proyección puede conservar alguna de sus propiedades geométricas: la forma, la distancia, la dirección o el área. (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2005)

Las proyecciones pueden verse clasificadas por las propiedades geométricas mencionadas anteriormente, así como la clasificación según la figura geométrica de la que derivan.

CLASIFICACIÓN SEGÚN PROPIEDADES GEOMÉTRICAS

Por las propiedades geométricas, se clasifican en conformes, equivalentes, equidistantes y acimutales. Las proyecciones que no encajan directamente en ninguna de estas clases suelen llamarse proyecciones de compromiso.

Proyecciones Conformes

La principal característica de estas proyecciones es la conservación diferencial de los ángulos, lo cual se puede identificar al notar que las líneas de gradícula se cruzan en ángulos rectos (90°), aunque esto implique distorsionar las líneas que conectan dos puntos. Una consecuencia directa de este fenómeno es la alteración de la superficie de cualquier polígono durante el proceso. Debido a la naturaleza diferencial en la conformación de los ángulos, es fundamental destacar que no existe ninguna proyección conforme capaz de mantener esta propiedad en toda la superficie terrestre.

Proyecciones Equidistantes

En este tipo de proyección las distancias entre puntos seleccionados se observan sin deformación, en términos prácticos significa que el factor escala es igual a la unidad.

No obstante, a diferencia de otras proyecciones, la conservación de esta propiedad no se aplica a todos los puntos del plano. En realidad, muchas proyecciones cumplen con el principio de equidistancia solo para ciertas líneas o puntos específicos. Por ejemplo, en la proyección Mercator, se observa equidistancia en el ecuador; mientras que en las proyecciones cónicas, esta se presenta en los paralelos base.

Proyecciones Equivalentes

En este tipo particular de proyección se preservan las áreas del espacio representado, lo que implica una deformación tanto en distancias como en ángulos. Es importante señalar que cuando el área representada es pequeña, resulta complicado distinguir este tipo de proyecciones de las conformes, salvo mediante cálculos o si está claramente indicado. El mecanismo utilizado para lograr la equivalencia en estas proyecciones es simple: se establece que el factor escala de los meridianos sea inversamente proporcional al factor escala de los paralelos.

Como puede deducirse, al afectar de esta manera las coordenadas, el valor de la superficie se conserva, no así el de las distancias que se deforman dependiendo de su orientación y los ángulos que también se ven afectados por la variación de las distancias.

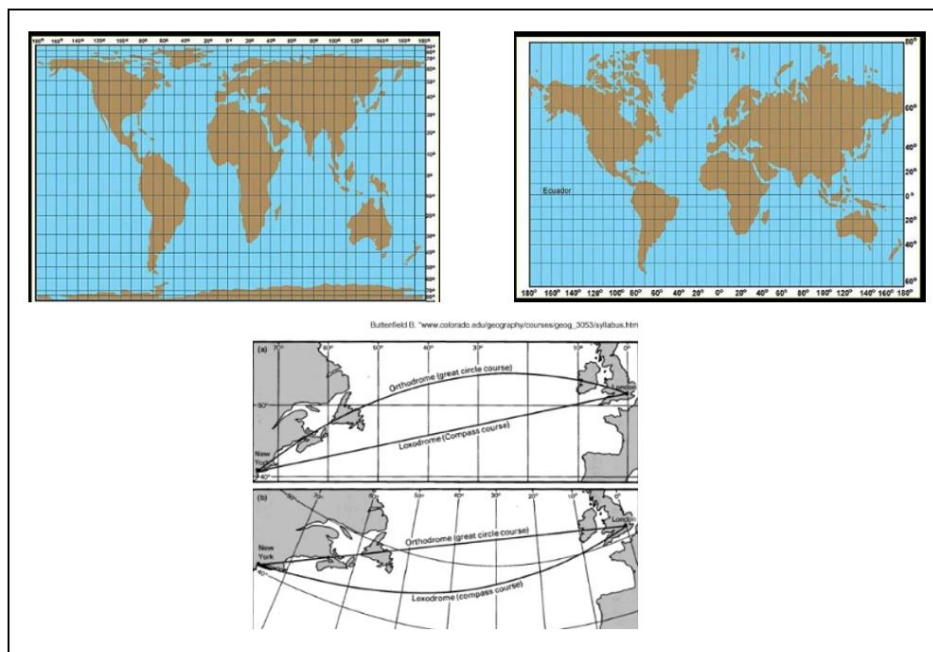


Figura 20 Proyecciones, Equivalente, Equidistante y Conforme.

ALTIMETRÍA

CONCEPTO

Un conocimiento integral del terreno implica no solo identificar la ubicación de los puntos en un plano horizontal, sino también obtener datos sobre su elevación. Esto es esencial para poder definir adecuadamente la forma del relieve y planificar su uso o las construcciones a realizar, considerando las condiciones existentes.

La altimetría comprende los métodos que proyectan puntos sobre la superficie terrestre en un plano vertical a través de un proceso denominado nivelación. Este procedimiento es fundamental para establecer las diferencias de altura (distancia vertical) entre diversos puntos del terreno. La nivelación ha tenido un impacto significativo en el progreso de la civilización.

Se da el nombre de nivelación al conjunto de operaciones por medio de las cuales se determina la elevación de uno o más puntos respecto a una superficie horizontal de referencia dada o imaginaria la cual es conocida como superficie o plano de comparación.

Un proyecto que no tenga muy en cuenta la topografía existente puede tener resultados poco satisfactorios y su costo resulta prohibitivo.

El costo de un movimiento de tierra se basa principalmente en la relación existente entre el diseño del proyecto y la topografía del área. Se hace referencia a terrenos que pueden ser planos, inclinados, accidentados o irregulares, cuya representación debe estar reflejada con mayor o menor precisión en un plano altimétrico y planimétrico.

Independientemente de los métodos, equipos y facilidades, es necesario un completo conocimiento del terreno y un manejo adecuado del trabajo de campo, de los cálculos y el dibujo.

ESTUDIO GEOMÉTRICO DEL TERRENO.

La superficie terrestre presenta características valiosas que son difíciles de clasificar. Para llevar a cabo un análisis geométrico de la forma del terreno, se le compara con una superficie poliedral, siendo más precisa en su representación a medida que aumenta la cantidad de caras.

Cada cara o la intersección de dos caras adyacentes generan las formas básicas. A partir de estas, se pueden formar estructuras compuestas mediante agrupaciones originales. La identificación y representación de estas caras nos proporcionan información sobre el terreno necesaria para la elaboración de los planos correspondientes.

CONFIGURACIÓN DEL TERRENO

Suponiendo que la superficie del terreno que se va a representar sea lo suficientemente pequeña para prescindir de la esfericidad de la tierra, siempre será preciso representar sobre un papel, que tiene solo dos dimensiones, el terreno con sus relieves, que es de tres caras (3D).

NIVELACIÓN

CONCEPTO

De acuerdo con la (Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, 2015) Es el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales es posible determinar las cotas y desniveles entre puntos del terreno sin que sea importante su ubicación planimétrica, respecto a una superficie horizontal de referencia dada o imaginaria la cual es conocida como superficie o plano de comparación.

La altitud o elevación se define como la distancia vertical medida desde una superficie de referencia hasta un punto específico en el terreno. Su propósito principal es conectar varios puntos a un único plano comparativo, lo cual facilita el cálculo de desniveles entre los puntos seleccionados.

Se puede afirmar que dos o más puntos están al mismo nivel cuando se encuentran a la misma cota o elevación respecto al plano de referencia. En caso contrario, se considera que existe un desnivel entre ellos.

La nivelación es una actividad fundamental para los ingenieros topógrafos, tanto en la creación de proyectos como en su replanteo. Las aplicaciones más frecuentes de esta técnica incluyen:

- **Proyectos de carreteras y canales con pendientes determinadas.**
- **Obras de construcción dependiendo a elevaciones planteadas.**
- **Cálculo de volúmenes de Terracerías.**
- **Características de drenaje y escurrimientos.**
- **Establecer puntos de control mediante una cota.**



Figura 21. Nivelación de soportes para Air Cooler en ECVN.

TIPOS DE NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA

Más allá de variaciones adicionales, se puede decir que hay tres tipos principales de nivelación topográfica:

Nivelación Trigonométrica: Se efectúa mediante el empleo de una estación total. Con la ayuda de este instrumento, conseguiremos un valor al que denominaremos como “I”, que es el encargado de señalar la diferencia de nivel entre el punto que hagamos puntería y el centro óptico de aparato. Para calcular el desnivel entre dos puntos, va a ser preciso conocer la altura del prisma.

Este procedimiento tiene el beneficio de que posibilita calcular el desnivel entre dos puntos parcialmente distanciados, en tanto que el anteojo puede bascular y no hay limitación a causa de pendientes muy acusadas. Aunque es un método menos preciso que el de nivelación geométrica.

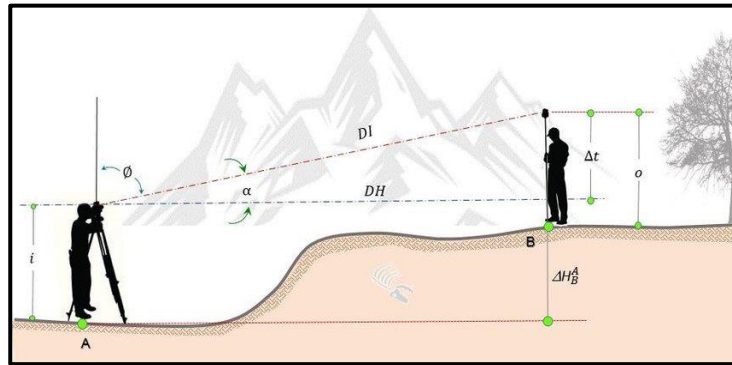


Figura 22. Nivelación Trigonométrica.

Nivelación Geométrica: Es el procedimiento más preciso de nivelación topográfica. El instrumento empleado para este tipo de nivelación topográfica es el nivel. En este caso, el desnivel se calcula con la resta de las lecturas tomadas a dos miras que se habrán puesto en los puntos entre los que se quiere calcular el desnivel. La cota del punto desconocida se calculará con una sencilla suma del desnivel calculado.

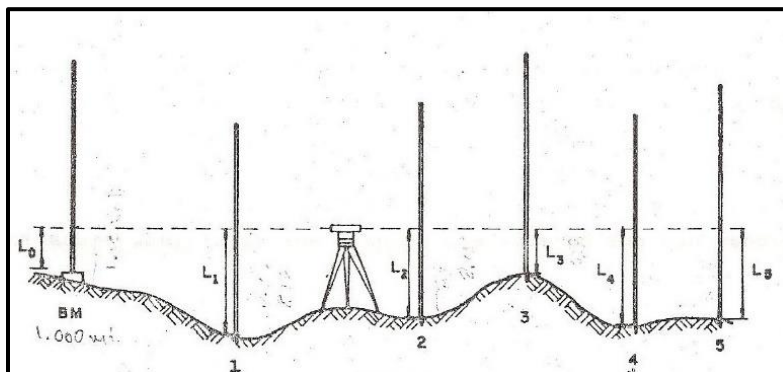


Figura 23. Nivelación Geométrica

Nivelación GNSS: No ofrece gran precisión. Y, además, tiene el inconveniente de usar dos superficies distintas de referencia. El sistema global de navegación por satélite (GNSS), efectúa sus mediciones sobre el elipsoide, al contrario de lo que ocurre con otros métodos en los que se hacen referencia a cotas sobre el geoide.

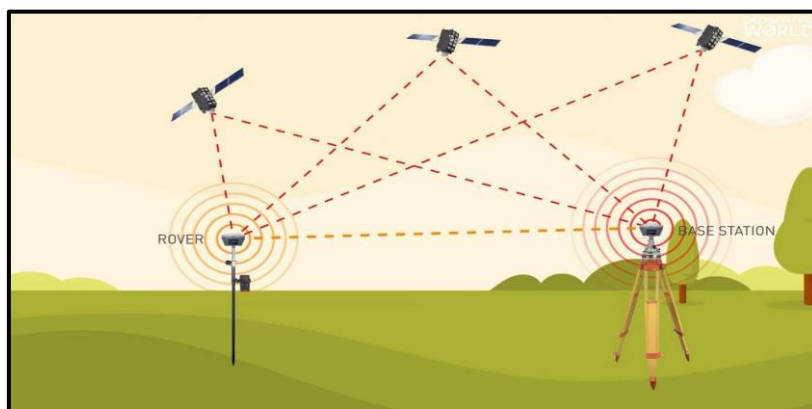


Figura 24. Nivelación GNSS

TERRACERÍAS

CONCEPTO

Las Terracerías o Terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la Secretaría, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos y tender taludes. (INSUR CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL, 2023)

Las obras de terracería son los procedimientos constructivos realizados entre la limpieza del lugar y la pavimentación del camino o excavación de las cimentaciones de un edificio.

Son las operaciones donde los volúmenes de material se retiran: “cortes” o, bien, se colocan y compactan para servir de relleno: “terraplenes”, esto con el fin de alcanzar el nivel de la subrasante o el nivel de desplante, en la construcción de una carretera o un edificio respectivamente.

La subrasante, conocida en el ámbito de la construcción como el nivel de desplante, representa la línea que establece la altura de la terracería. A partir de este punto es donde se inician la colocación de las capas del pavimento o las cimentaciones. Es recomendable que el material extraído sea utilizado como relleno en otra ubicación, lo cual resulta ventajoso desde un punto de vista económico.

Asimismo, es crucial tener en cuenta el tipo de material que se ha retirado y que ya no puede ser reutilizado; este se clasifica como “desperdicio”. Cuando el material procedente de los cortes ya no puede utilizarse para relleno, puede obtenerse a través de lugares conocidos como “préstamos”: un “préstamo lateral” si está ubicado dentro del derecho de vía, y un “préstamo de banco” si proviene de un sitio diferente.

MATERIALES

Los materiales que se utilicen en la construcción de terraplenes cumplirán con lo establecido en las Normas **N-CMT-1-01**, *“Materiales para Terraplén”*, y **N-CMT-1-03**, *“Materiales de Subrasante”*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales procederán de los cortes o bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

Los materiales para la construcción del cuerpo del terraplén, la ampliación de la corona o el tendido de los taludes de terraplenes existentes, cuando procedan de cortes, pueden ser compactables o no compactables.

No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el contratista de obra.

Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el contratista de obra los corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación que por este motivo se ocasionen, serán imputables al contratista de obra. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, 2011)



Figura 25 Colocación de material para tendido de capas.

CAPÍTULO III. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

ESTACIÓN DE COMPRESIÓN

Las estaciones de compresión de gas natural desempeñan un papel fundamental en la industria del petróleo y el gas. Las empresas construyen estas estaciones a lo largo de gasoductos naturales y las utilizan para comprimir gas de modo que se pueda seguir fluyendo aguas abajo hasta su destino final, que puede ser una instalación de procesamiento, un tanque de almacenamiento o empresas minoristas o servicios públicos. (KIMRAY INC, 2024)

Las estaciones de Compresión de gas natural se pueden encontrar en numerosos lugares de la República Mexicana.

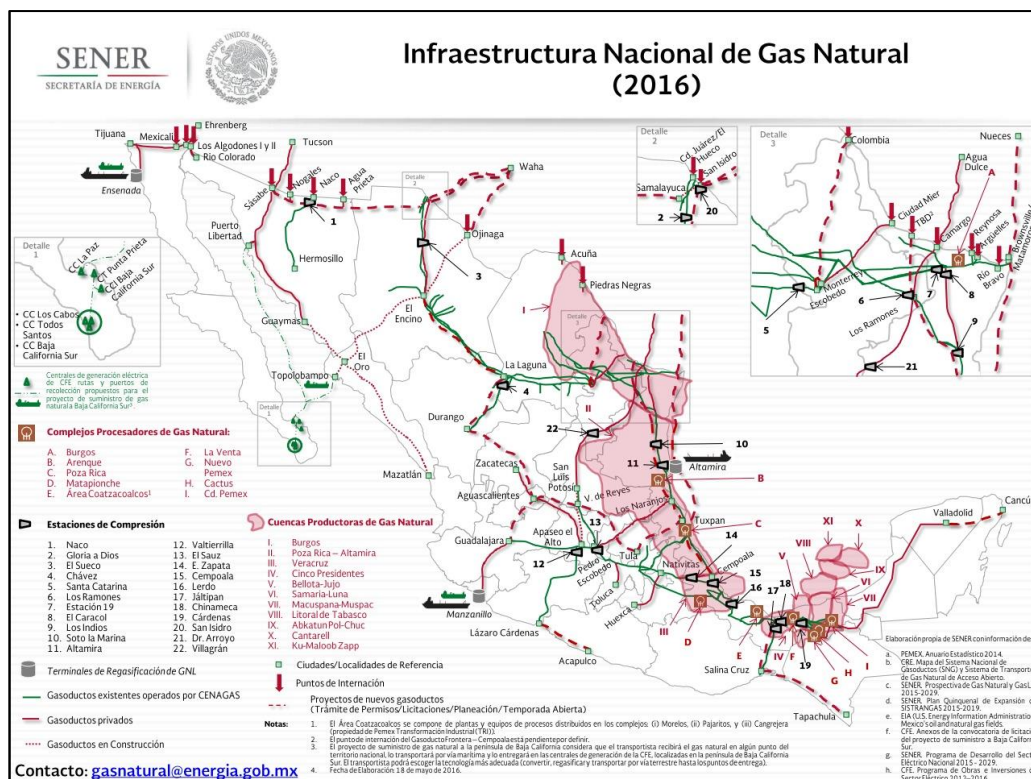


Figura 26 "Infraestructura de Gas Natural (2016)" Secretaría de Energía.

La función de una estación compresora de gas es elevar la presión del fluido en la línea, con el fin de suministrarle la energía necesaria para su transporte.

En la estación el flujo inicia su recorrido por la línea de succión, pasando por equipos de subprocesos como el Cromatógrafo, registra algunos metros que miden la Calidad del gas.

Toda estación dispone de un suministro eléctrico destinado a la activación de los compresores, contando con un motor para cada uno de ellos. También incluye un ventilador para el sistema de refrigeración y un conjunto de válvulas que son esenciales para el funcionamiento adecuado de los compresores, asegurando la presión operativa requerida. Adicionalmente, se encuentra un pequeño compresor dedicado al funcionamiento de las válvulas, junto con toda la instrumentación necesaria para supervisar el proceso de compresión.

Asimismo, en el interior de la estación se instalan tanques destinados al almacenamiento de lubricantes y refrigerantes utilizados en los motores, así como para los condensados generados durante la operación. Esta medida tiene como finalidad proteger y preservar el medio ambiente.

Es relevante destacar que cada estación dedicada a la compresión del gas natural cuenta con un plan de manejo ambiental que asegura el cumplimiento de las normativas legales nacionales pertinentes sobre esta temática.



Figura 27. Estación de Compresión Altamira 2018 (ECA) concluida.

COMPONENTES DE UNA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN

El gas natural ingresa a una estación compresora a través de las tuberías del patio de la estación y se pasa a través de depuradores y filtros para extraer cualquier líquido y eliminar los sólidos u otras partículas que puedan estar en la corriente de gas. (KIMRAY INC, 2024)

Una vez que se ha limpiado la corriente de gas natural, se dirige a través de tuberías adicionales de patio a compresores individuales.

Las computadoras regulan el flujo y el número de unidades que se necesitan para mejorar los requisitos de flujo programados del sistema.

La mayoría de las unidades de compresor operan en paralelo, con las unidades de compresor individuales proporcionando la presión adicional necesaria, antes de dirigir el gas de nuevo a la tubería con la presión operativa completa restaurada.

Cuando el impulso requerido en la presión es muy alto, varias unidades de compresor pueden operarse en etapas (en serie) para lograr la presión deseada en etapas.



Figura 28 Componentes de la ECVN.

FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACIÓN DE COMPRESIÓN

Las estaciones compresoras son fundamentales en la infraestructura de gasoductos que transportan el gas natural desde los lugares de producción hasta los consumidores finales. Durante su trayecto a través de las tuberías, el gas natural experimenta una reducción en su movimiento y presión debido a factores como la distancia, la fricción y la elevación. Por ello, estas estaciones se ubican estratégicamente dentro del sistema de tuberías de recolección y transporte, con el objetivo de asegurar un flujo constante y mantener la presión del gas hacia el mercado.

A medida que se comprime el gas natural, se genera calor y se debe disipar para enfriar la corriente de gas antes de salir de la instalación del compresor. Por cada aumento de presión de 100 psi, la temperatura corriente de gas aumenta entre 7° y 8°. La mayoría de las estaciones de compresores tienen un sistema de refrigeración aérea para disipar el exceso de calor. El calor generado por el funcionamiento de las unidades compresoras individuales se disipa a través de un sistema de refrigerante sellado similar a un radiador automotriz.

En zonas de gas húmedo, o donde se generan líquidos de gas natural (NGL), las variaciones en la presión y temperatura provocan la condensación de ciertos líquidos. Estos líquidos condensados son recolectados en tanques y enviados a otros lugares. Los líquidos recolectados reciben el nombre de gasolina natural o gas de goteo, los cuales se utilizan frecuentemente como aditivo en la gasolina para motores.

La mayoría de las estaciones compresoras son alimentadas por una porción del gas natural que fluye a través de la estación, aunque en algunas áreas del país, todas o algunas de las unidades pueden ser alimentadas eléctricamente principalmente por razones ambientales o de seguridad. Los compresores accionados por gas pueden ser accionados por motores de pistón convencionales o unidades de turbina de gas natural. Existen diferentes tipos de diseño del sitio y operativas, así como emisiones únicas de aire y de sonido, entre estas tecnologías de motores compresores de la competencia.

IMPACTO AMBIENTAL

En este proyecto se tiene como objetivo crear proyectos de ingeniería y construcción, brindando oportunidades a las comunidades de entorno circundante y minimizando el impacto ambiental.

El Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en la industria de la construcción es importante para certificarse en la Organización Internacional de la Normalización (ISO) la norma **ISO 14001** es la norma internacional que demuestra el compromiso de las empresas con la protección del medio ambiente.

Esta norma se creó con el objetivo de implementar los sistemas de gestión ambiental aplicada a las empresas, cuyo propósito es cumplir con los requisitos normativos, y que contribuyan con un desarrollo sostenible para la protección del entorno socioambiental.

(Zutshi & Creed, 2015) afirma que cuando se habla del negocio de la construcción, este implica procesos de limpieza de terrenos, devastación de árboles, el uso de concreto, limo, arena además de otros materiales los cuales si no se controlan adecuadamente podrían causar daños importantes al medio ambiente.

La realización de proyectos de construcción produce significativos efectos sobre el medio ambiente, tanto en los componentes bióticos como abióticos. Esto se debe a que muchos de sus procesos implican actividades como la extracción, la demolición y la edificación. Como resultado, se generan desechos y vertimientos sólidos y líquidos en el entorno. Además, ciertas acciones, como las voladuras, igniciones y soldaduras, pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente; por ejemplo, durante las obras de construcción se liberan emisiones de material particulado a la atmósfera.



Figura 29. Beneficios ISO 14001

ACTIVIDADES QUE DESARROLLAR

Con el objetivo de aplicar los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) focalizamos los esfuerzos en cada una de las actividades a desarrollar tocando los siguientes puntos más importantes:

- Trabajar para prevenir la contaminación y minimizar los impactos de sus actividades en el ambiente.
- Utilizar de manera racional y eficiente los recursos naturales.
- Administrar en forma sustentable los insumos y materiales.
- Implementar una gestión integral de los residuos, considerando las siguientes prioridades pertenecientes a las 4R: Reducir, Reutilizar, Recuperar y Reciclar.
- Mejorar el desempeño energético, optimizando el uso, consumo y la eficiencia energética.
- Consumir de manera sustentable el recurso del agua y maximizar su reutilización.
- Divulgar las principales efemérides ambientales y potenciar la educación ambiental en proyecto.

GESTIÓN AMBIENTAL SUSTENTABLE

La planificación y diseño de la gestión ambiental comienza en la fase de propuesta del proyecto, mediante un enfoque de Gestión Ambiental Sustentable. Este enfoque tiene en cuenta las características específicas de la obra, el entorno en el que se lleva a cabo, la documentación requerida, las normativas vigentes y otros compromisos relacionados con el proyecto. Así garantizamos una implementación eficaz de las medidas de protección ambiental durante la ejecución de las actividades.

Como parte del seguimiento que se realiza en cada sitio y dependiendo del tipo de proyecto, se llevan a cabo distintos monitoreos y controles ambientales, respecto a parámetros de calidad de aire, agua, suelo, ruido y aspectos de biodiversidad y patrimonio cultural.

NORMA 14001

La norma ISO 14001 se basa en altos estándares de calidad de carácter internacional, cuya finalidad es la disminución de impactos o afectaciones de carácter ambiental por consecuencia de las actividades desarrolladas por las empresas, impactos como: contaminación de aguas, tala indiscriminada, daño en la capa de ozono y calidad de aire que respiramos; mientras que estas aumentan su rentabilidad y posicionamiento estratégico en los mercados del sector. (ICONTEC, 2004)

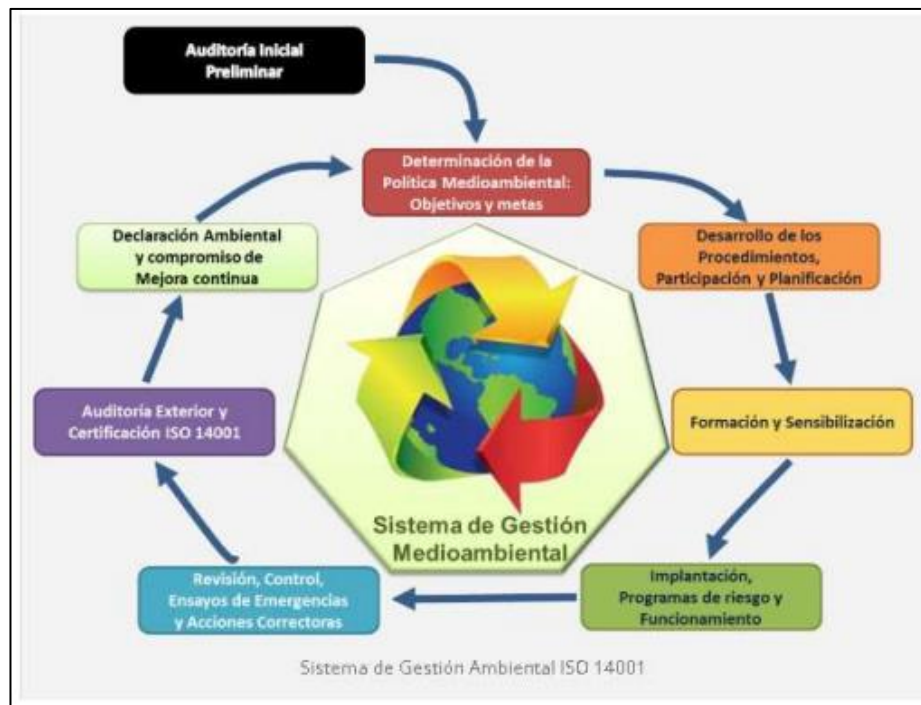


Figura 30. Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001

En esta Estación de Compresión se contaron con Auditorías Internas constantes para el correcto funcionamiento y cumplimiento de dichas normas.

EFFECTOS POSITIVOS DE LA NORMA ISO 14001

Las empresas dedicadas a realizar proyectos de obras civiles en el país en los últimos años han impactado positivamente el desarrollo socioeconómico y han permitido la articulación de los centros de consumo con los centros productivos a nivel local, regional, nacional e internacional a través de infraestructuras de transporte. Así mismo, la industria de la construcción ha tenido diferentes cambios a lo largo de los años.

Actualmente se observan dos posturas que han adaptado las empresas de obra civil: una de ellas solo se centra en el control de la contaminación con el fin de cumplir con normatividad y nada más, la otra ha adoptado otras posturas como invertir en nuevas tecnologías siendo proactivas con el medio ambiente. (Campos, Trierweiller, de Carvalho, & Selih, 2016)

La última actualización de la ISO 140001 fue en el 2015 y desde entonces, las empresas certificadas obtienen ventajas competitivas en los mercados nacionales e internacionales, pues las mejoras de calidad en los procesos, servicios y productos redundan en mejoras sociales, económicas y ambientales, involucrando proveedores, clientes y la comunidad en general. (Vilchez, 2008)

La ISO 14011 busca 3 premisas de gran importancia:

- **Minimizar los impactos ambientales, cumpliendo la normatividad vigente.**
- **El mejoramiento continuo de los procesos, productos y servicios de la empresa.**
- **Satisfacción de los clientes con servicios y productos de calidad.**

Es así que, las empresas de construcción que se certifican con la ISO 14001 en el país, aparte de cumplir con su responsabilidad ambiental minimizando los impactos, logran también un reconocimiento en el mercado y sobre todo que experimentan una evolución y desarrollo organizacional, generando ahorros económicos y dan cumplimiento a la normatividad medioambiental del país. (NUEVAISO14001, 2018)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de la Estación de Compresión Veracruz Norte (ECVN), misma que forma parte de los proyectos estratégicos para atender la demanda de gas natural en el sur y sureste de México. 3

El proyecto ocupa un área de 61,372.71 m². Así mismo, se sabe que dentro de la ECVN algunas de las estructuras principales proyectadas son las que se muestran en la *Figura 29*.

Se trata de una planta industrial de compresión de gas, ubicada sobre el litoral del Golfo de México, particularmente sobre una costa de emersión.

La planta presenta una superficie de 64,500 m², y cuenta con:

- 4 paquetes de compresores
- 3 generadores de emergencia
- 2 separadores de gas
- 4 patines de gas combustible
- tanques, bombas, cobertizos, cuartos de control, edificios, enfriador de gas de proceso, racks, entre otras estructuras y edificios secundarios.

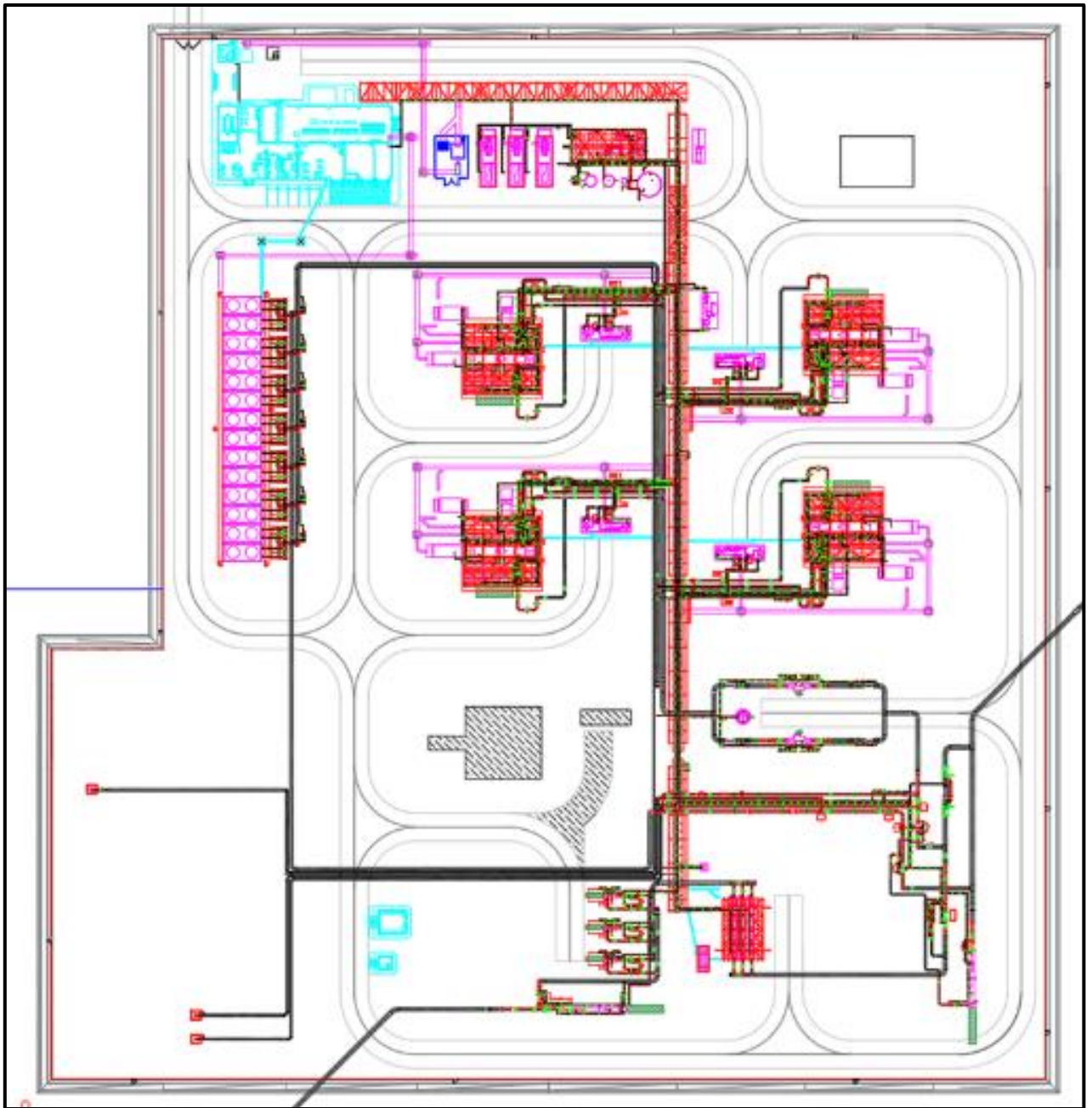


Figura 31. Estructuras principales de la ECVN.

CAPÍTULO IV. ALCANCES DEL PROYECTO

DRENES VERTICALES PREFABRICADOS

Debido a las condiciones del subsuelo con propiedades mecánicas pobres, se aplicará un mejoramiento de suelos el cual inicialmente considera la colocación de **Drenes Verticales Prefabricados (DVP)**.

Dichos DVP se insertarán en el terreno atravesando los estratos de arcilla blanda, lo anterior con el objetivo de inducir su consolidación y los asentamientos totales asociados a la colocación de un terraplén o relleno de nivelación, en un tiempo acelerado dentro del periodo de construcción.

En complemento del mejoramiento, por debajo de las estructuras se realizarán **Columnas de Módulo Controlado (CMC)**, las cuales permitirán reducir los asentamientos provocados por las acciones verticales propias de los equipos y su operación, además de aumentar la capacidad portante del suelo de cimentación y con ello proporcionar estabilidad global.

El sistema de DVP, utilizado en suelos arcillosos, facilita la disipación de las presiones intersticiales del terreno y permite así aumentar de forma importante la velocidad de consolidación.

La colocación de los DVP se realizó con un equipo especial que monta un mástil dentado el cual hinca estáticamente un tubo metálico o casing. Cuando la mecha o DVP ha sido colocada hasta la profundidad requerida, se extrae el casing dejando un dren anclado al suelo mediante una placa de acero.

Una vez que el tubo ha sido completamente extraído del suelo, el DVP se corta unos 20 cm por encima de la plataforma de trabajo, ver *Figura 30*. Al concluir la instalación masiva de los DVP, se colocan los rellenos y taludes finales, y en su caso, los terraplenes de precarga.

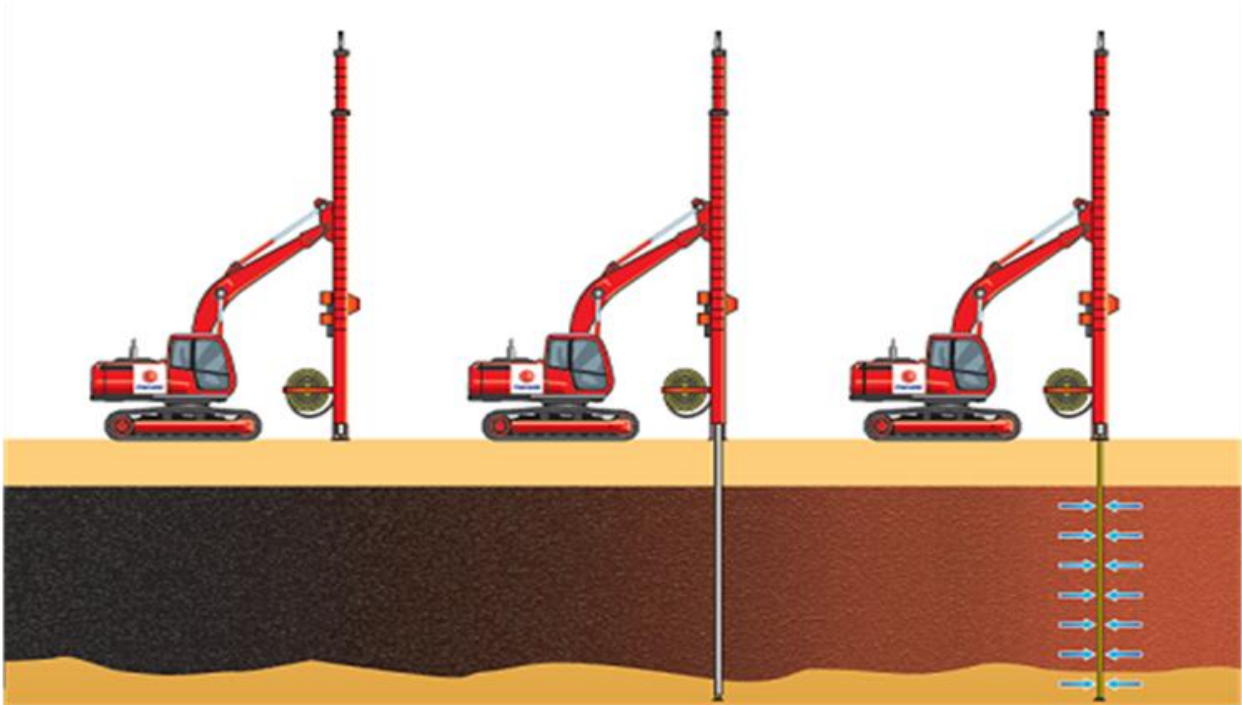


Figura 32. Secuencia de Ejecución de la Técnica de Drenes Verticales Prefabricados.

SISTEMA DE MEJORAMIENTO DE SUELOS CON COLUMNAS DE MODULO CONTROLADO (CMC)

Los CMC se realizan mediante el siguiente procedimiento de ejecución *Figura 31*.

- Realización de una perforación de 320 mm de diámetro, con la ayuda de una barrena especial.
- Alcanzada la profundidad de diseño, comienza la extracción de la barrena y se comienza con:

- Incorporación de un mortero o concreto por la base de la barrena de perforación, hasta la plataforma de trabajo.

Se ejecuta con una herramienta especialmente diseñada para la perforación con o sin extracción del terreno mediante la aplicación simultanea de una fuerza de presión alta (pull-down) y de un par de rotación.

Una vez alcanzada la profundidad deseada, mediante bombeo, se incorpora el mortero o concreto por la base de la herramienta según se asciende y con una presión moderada; de esta manera se crea una inclusión continua de diámetro controlado.

Es importante señalar que la máquina perforadora está equipada con un sistema de monitoreo de los parámetros de ejecución en tiempo real. Se obtienen de forma continua los parámetros habituales, tales como la fuerza aplicada, par de rotación y velocidades de rotación de la herramienta durante la penetración y el colado.

El bombeo de mortero o de concreto se detiene durante el ascenso de la herramienta a una profundidad correspondiente a la sección superior de la zona de interfaz o de contacto, o bien, según sea el caso, se asciende hasta la plataforma de trabajo.

Al final de la extracción, el bombeo se interrumpe cuando el volumen de material presente en el tubo es suficiente para complementar el llenado de la columna por gravedad.

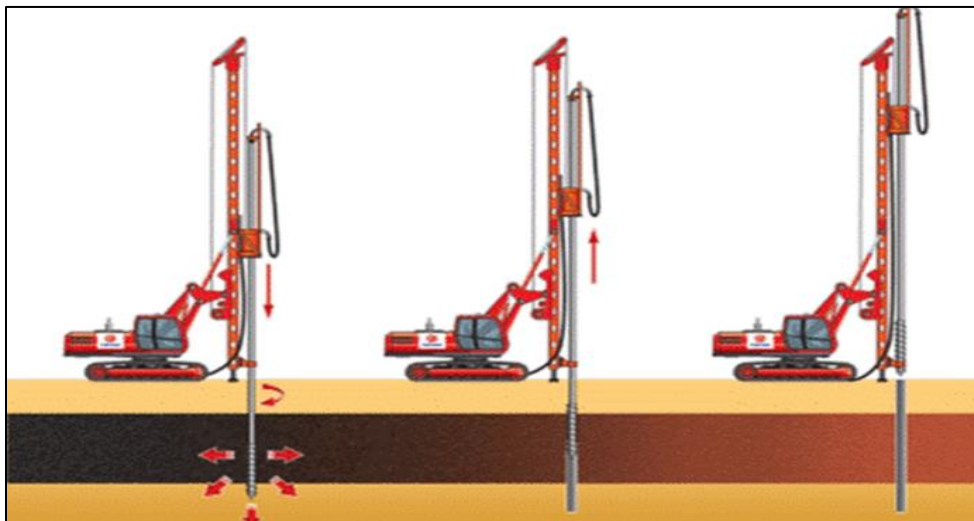


Figura 33. Secuencia constructiva del mejoramiento de suelos con CMC.

El área total tratada con los DVP se definió en 67,122 m² incluyendo en esta superficie un sobreancho de 5 metros más por fuera de la barda perimetral del proyecto. El espaciamiento de los DVP se determinó de 1.5 m x 1.5 m en un arreglo cuadrangular y a una profundidad de 5.0 m con respecto al nivel de la plataforma de trabajo, con un total de drenes de 30,189 piezas.



Figura 34 Sistema de Mejoramiento de Suelos en ECVN

BANCOS DE MATERIALES

Uno de los gastos más significativos en la edificación y conservación de carreteras está relacionado con los materiales como roca, grava, arena y otros tipos de suelo. Por esta razón, la identificación y elección de estos recursos se vuelve un aspecto fundamental en el desarrollo del proyecto. Los materiales que se emplean habitualmente en la construcción de infraestructuras civiles son generalmente extraídos y procesados a partir de bancos de materiales que inicialmente se hallan en su estado natural. De dichos bancos se obtienen insumos con características particulares, los cuales suelen tener un impacto ambiental considerable.

Durante un extenso periodo, la identificación de yacimientos de materiales se basaba en técnicas exploratorias convencionales, que iban desde la observación directa en el terreno hasta el uso de pozos abiertos, postes, barrenos e incluso maquinaria perforadora. En tiempos recientes, los estudios geofísicos han emergido como una herramienta valiosa en este ámbito, complementando las metodologías existentes y permitiendo un ahorro significativo de tiempo y esfuerzo en los procesos de exploración.

A lo largo de todo el proceso que involucra la explotación parcial o tal del banco de material seleccionado, incluyendo el equipo y maquinaria requeridos, así como el transporte del material obtenido al lugar de la obra, impactan en mayor o menor medida a la naturaleza.

Los bancos de materiales desempeñan un papel crucial, ya que gran parte de la información que se obtenga de ellos será relevante para los préstamos laterales y también para aquellos materiales que se adquieran a través de compensaciones, ya sean longitudinales o transversales. Es fundamental diferenciar claramente entre los bancos de roca y los de suelo. En este contexto, la transición entre ambos tipos de material resulta aún más compleja de definir bajo presión en comparación con otros casos; esto se debe a que la roca puede exhibir variados grados de alteración, o el material encontrado puede ser una mezcla que incluya tanto formaciones rocosas como verdaderos suelos. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, 2001)

Las operaciones vinculadas con los bancos de materiales representan un costo considerable en la obra, e involucran las siguientes actividades:

- **Localización de bancos.**
- **Exploración, muestreo y análisis de bancos**
- **Preparación del banco**
- **Explotación de bancos**
- **Abandono de bancos.**

LOCALIZACIÓN DE BANCOS

La detección de los bancos de materiales utilizables en volúmenes aprovechables se realiza utilizando técnicas que van desde la simple observación del terreno, hasta el empleo de pozos a cielo abierto, uso de posteadoras, barrenos y máquinas perforadoras, estudios geofísicos, fotointerpretación, entre otros.

La valoración de los bancos permite establecer el potencial de explotación, así como el uso de estos y estimar la vida útil de los bancos aun cuando la valoración de las rocas o suelos contenidos en los bancos suele ser muy difícil de establecer en forma cuantitativa.

Comúnmente es necesario localizar bancos para material de terracería, para capa subrasante, para subbase y base de pavimento y para carpeta (en el caso de carreteras). En ferrocarriles, habrán de localizarse bancos para terracerías, capa subrasante y balasto. Los bancos para terracería en general abundan y son fáciles de localizar pues para ese fin sirven casi todos los materiales que sean económicamente explotables.

Los bancos de terracerías deben establecerse a una distancia razonable para evitar que el acarreo sea excesivo. En general, la separación ideal se encuentra en un punto donde se logra un balance entre los costos de acarreo y los gastos relacionados con el despilme y la preparación del banco. Normalmente, estas distancias no superan los 5 km entre cada banco; sin embargo, existen situaciones particulares, especialmente en áreas agrícolas, donde estas distancias pueden ser considerablemente mayores debido a altos costos de afectación. (Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, 2001)

CARACTERÍSTICAS DE UN BANCO DE MATERIALES

La finalidad de un banco es que el material cumpla con las normas de calidad y cuenten con el volumen suficiente o se complementen con otros bancos, para cubrir lo requerido en la obra.

Para que se tenga en consideración un banco de materiales propuesto, deberá cumplir con las siguientes características:

- El material deberá cumplir con las normas de calidad según el uso que se le dará
- Tiene que ser el más accesible y se pueda explotar de una manera no tan costosa.
- Tener una distancia mínima de acarreo a la obra (en este caso fue de 14.5 km)
- La explotación del material no debería considerar un obstáculo legal.



Figura 36 Banco de material.

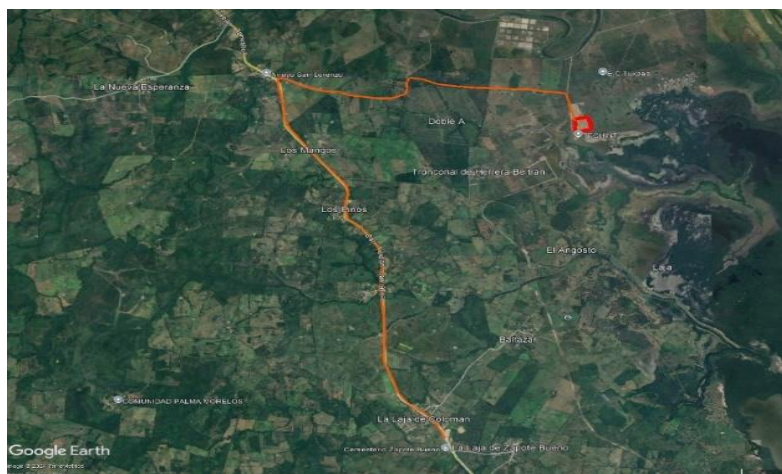


Figura 35 Distancia de Banco de Material a ECVN

ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN DE TERRACERÍA

DISEÑO DE UN PROYECTO

La construcción es una industria en la que se exige que cada obrero trabaje sin poner en riesgo su bienestar, por esto se busca proporcionar, a los sectores que la componen, mayor seguridad; conservando la calidad y economía, que son fundamentales en todo proyecto. Se pone, por lo tanto, especial atención a estas características desde la etapa de diseño. (Federeción Regional de Empresarios de la Construcción de Murcia, 2023)

El anteproyecto es el primero de los componentes del diseño que se considera, que consiste en levantamientos topográficos y en diversos estudios geológicos y de mecánica de suelos para ayudar a obtener el mejor diseño posible. Posteriormente y con la información recopilada se desarrolla el proyecto definitivo, en el cual se afinen los detalles del proyecto en su geometría.

En la etapa de anteproyecto, los estudios geotécnicos son más detallados y en estos intervienen ingenieros especialistas en Geología, Hidrología y Mecánica de Suelos, quienes se familiarizan con el terreno en estudio y asesoran a los ingenieros que realizan los proyectos geométricos, para cruzar las zonas que representan menos problemas.

Las decisiones se toman con base en estas recomendaciones y en estudios de carácter económico, en los que es de vital importancia determinar el tipo de obra que se habrá de realizar.

En la etapa de proyecto definitivo los estudios geotécnicos ya son de carácter particular y se hace un recorrido detallado del trazo proyectado, además de sondeos y de ser necesario, estudios geodésicos para conocer la estratigrafía del terreno a intervenir.

En estos estudios ya se incluyen los espesores de las capas; la clasificación de los materiales, tanto en el aspecto geotécnico como para considerar costos, los coeficientes de variación volumétrica para el estudio de los acarreos; la capacidad de carga del terreno para cimentar las estructuras correspondientes.

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

La implementación de un proyecto comienza con la delineación, en esta fase es crucial ubicar cada punto con la máxima exactitud posible, tal como se detalla en los planos. Este marcado servirá como referencia tanto en dirección horizontal como vertical.

Este proceso cuenta con la colaboración del ingeniero topógrafo y los cadeneros, quienes instalan estacas que delimitan las zonas a despejar y actúan como guía para el trabajo al iniciar la excavación.

Después de marcar el trazo de las estacas, en el terreno, se procede a la limpieza del área de trabajo, que comprende el desmonte y despálme; es decir la eliminación o disposición, en un nuevo sitio, del material vegetal del lugar. Esto incluye árboles, arbustos, matorrales y la eliminación del follaje.



Figura 37. Estacado en terreno.

Al concluir la limpieza del lugar se inicia con la construcción de las terracerías, en las cuales se realiza el movimiento de tierras necesario para formar los cortes y terraplenes, así al mismo tiempo que se llevan a cabo los trabajos de construcción de obras de drenaje y estructuras, hasta dejar el terreno o camino listo para la siguiente fase del proyecto.



Figura 38. Delimitación de polígono listo.

TRAZO Y NIVELACIÓN EN CAMPO

Los trabajos de trazo y nivelación son necesarios para la ejecución de un proyecto, puesto que se trata de la actividad primordial a desarrollar donde se extraen las principales actividades a realizar, la topografía se encargará de verificar las coordenadas, niveles y trazos estipulados en planos de proyecto e identificarlos en obra.

Se pretende establecer la metodología para efectuar trabajos de trazo y nivelación, los criterios operacionales y requerimientos para la ejecución de topografía, así como los criterios para la calibración y/o verificación de los equipos topográficos estableciendo los requerimientos y condiciones de seguridad, calidad y medio ambiente que se aplicaran de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

Mantener vigente la calibración de los equipos de topografía y asegurarse que se cuente con la documentación correspondiente. Así mismo localizar los bancos de nivel de referencia y construcción de las mojoneras, realizar y verificar los levantamientos, trazos, nivelaciones, seccionamientos y todas aquellas actividades topográficas que se requieran durante la ejecución de la construcción, cumpliendo con los rangos de precisión establecidos.

Se espera conservar la evidencia de los datos y cálculos de campo necesarios en su libreta y/u obtener la impresión de la información recopilada en la ejecución de la actividad en caso de utilizarse medios digitales y/o electrónicos.

TRAZO EN CAMPO

Se realizaron los trazos que se requerían en el terreno para la localización correcta de los elementos a construir. Dichos trazos se crearon con cal, estacas, tinta u otros materiales dependiendo del lugar donde se realizaban, tomando como referencia las mojoneras de apoyo.

Los trazos para delimitar terracerías, excavaciones o despalmes de igual forma se elaboraron con cal, estacas y/o cualquier medio que permitió definir visualmente los límites de estas sobre el terreno.

Se efectuaron las nivelaciones que se requerían para determinar las cotas o elevaciones de los elementos de construcción. Para la señalización o marcas necesarias para indicar los niveles en los trabajos de terracerías se utilizaron estacas de madera, la separación de estas dependió de la actividad a realizar; para despalmes se recomendó que la distancia no fuera mayor a 20 m y para actividades de nivelación de terracerías a distancias no mayores de 10 m.



Figura 39 Colocación de estacas con GPS en zona a trabajar.

EQUIPO UTILIZADO

Para el desarrollo de esta etapa constructiva se contó con equipo y herramienta adecuada, los cuales estuvieron en óptimas condiciones de operación. El equipo por utilizar se describió como:

EQUIPO A UTILIZAR	
EQUIPO Y HERRAMIENTA	EQUIPO TOPOGRÁFICO
Tripies	Estación total Sokkia IM-105
Estadales	Nivel Automático
Balizas	Dron
Brújulas	GPS Hi-Target V30 Plus
Prismas	

Para los trabajos de topografía se usó como mínimo un equipo de estación total, con precisión de 1 a 5 segundos que cuente con software de almacenamiento y transferencia de información a PC.

Para las estaciones, la tolerancia acumulada en longitud no debió de exceder los 2 cm. Las desviaciones en nivel entre puntos no debieron exceder ± 2 , ni ± 5 mm acumulados.

Para el trabajo de nivelación se utilizó como mínimo un nivel automático con registro en libreta de campo.

SEÑALIZACIÓN DE COORDENADAS

Se localizó en el área destinada para la construcción del proyecto, el punto o puntos de partida y el banco de nivel que se proporcionaron como referencia para ubicar las mojoneras principales y de ahí hacer los trazos y localización de los demás puntos de referencia y control necesario para la ejecución del proyecto.

Para la localización del punto de partida, así como para los demás puntos de referencia y control, se utilizó el equipo o instrumentos de medición, entre otros, según apliquen y de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto, los registros de localización de las coordenadas se anotaron en la libreta de tránsito



Figura 40. Localización de puntos de referencia con GPS.

CONSTRUCCIÓN DE MOJONERAS

El límite del área de trabajo o los puntos de referencia y control, se fijaron mediante mojoneras de concreto o de algún material que permita su fácil destrucción y garantice que no se pierda la referencia de las coordenadas o niveles de proyecto, las mojoneras o puntos de referencia y de control, fueron señalados con coordenadas y elevación de manera legible y de acuerdo con el sistema definido por los ingenieros topógrafos a cargo, así mismo se elaboró un plano general de ubicación de mojoneras dentro del proyecto.

El topógrafo marcó las coordenadas y niveles de puntos de referencia y control del proyecto en una cuadrícula, los puntos y bancos de nivel auxiliares podrán ubicarse con:

- Elementos de concreto apoyados en una superficie fija y estable.
- Estacas de madera o metálicas clavadas en el terreno, identificadas con pintura fosforescente.

Los puntos auxiliares se señalaron con coordenadas, elevación y/o con el número o letra que defina un eje debidamente documentado en los registros.

Todo equipo e instrumento de medición contó con un certificado de calibración vigente, emitido por un laboratorio acreditado.

Se estableció marcar en sitio los límites de cada una de las áreas dentro de los cuales se llevaron a cabo los levantamientos requeridos para las labores de diseño y construcción de estas.

TOLERANCIAS

Para determinar las tolerancias, cuando se utilice una estación total referirse al manual del equipo, ya que estas estarán en función de la marca, tipo y modelo de la estación total, que se utilice y de las especificaciones particulares del proyecto. Tolerancias para sus levantamientos de polígonos utilizando tránsito y cinta.

Los aparatos utilizados deberán tener vigente su verificación, las visuales serán tomadas con todo cuidado y las señales serán plomeadas, los clavos o las fichas se colocarán dentro de una zona de 1 cm al extremo de la cinta, midiendo cada distancia 2 veces, las pendientes se calcularán con 1% de aproximación para corregir las medidas y la cinta será tensada con fuerza de ± 2 kg de su tensión normal.

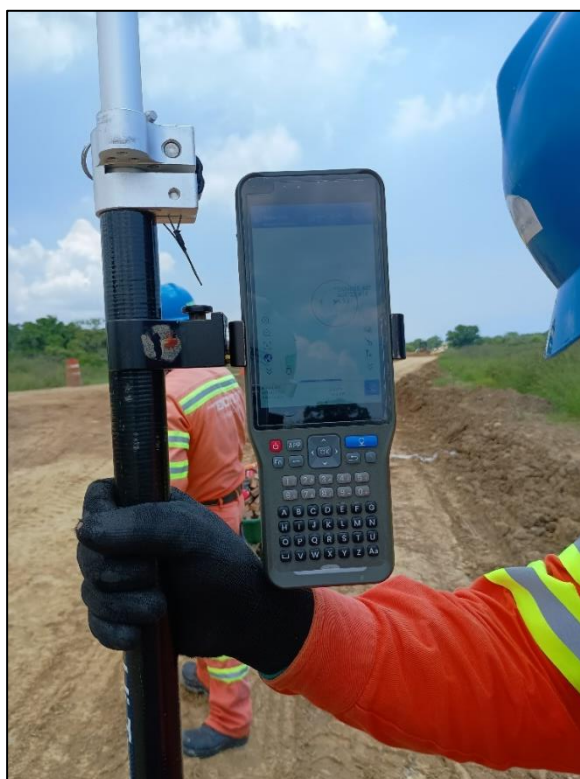


Figura 41 Toma de puntos con GPS

CAPÍTULO V. PROCESO CONSTRUCTIVO Y RESULTADOS

El proceso constructivo de un terraplén comprende diversas etapas y operaciones encaminadas a conseguir las características resistentes y estructurales exigidas a cada capa y que aseguren un correcto funcionamiento de este.

La calidad de un terraplén depende de gran medida en su correcta realización, es decir, de la apropiada colocación y posterior tratamiento de los diferentes materiales empleados en su construcción.

Una mala ejecución puede ocasionar diversos problemas que afectaran a la funcionalidad del lugar a trabajar. Así, una humectación o compactación deficiente provocará asentamientos excesivos del terraplén que fisuraran y alabearan la superficie de rodadura; la incorrecta ejecución del cimientado en una ladera puede provocar problemas de inestabilidad, ocasionando el colapso y desmoronamiento de obra.

Dentro del proceso de construcción de esta Estación de Compresión, se distinguieron diversas fases de ejecución:

- **Operaciones previas** de desbroce de la vegetación existente, remoción de la capa superficial del terreno, escarificación y pre-compactación.
- **Construcción del terraplén** propiamente dicho, compuesta por tres operaciones cíclicas, aplicables a cada capa de terraplén que se elaboró:
 - Extendido de la capa de suelo
 - Humectación a la humedad óptima Proctor.
 - Compactación de la capa de terraplén.

- **Terminación del terraplén**, que comprendió operaciones de perfilado y acabado de taludes y de la explanada sobre la que se asentó el firme.

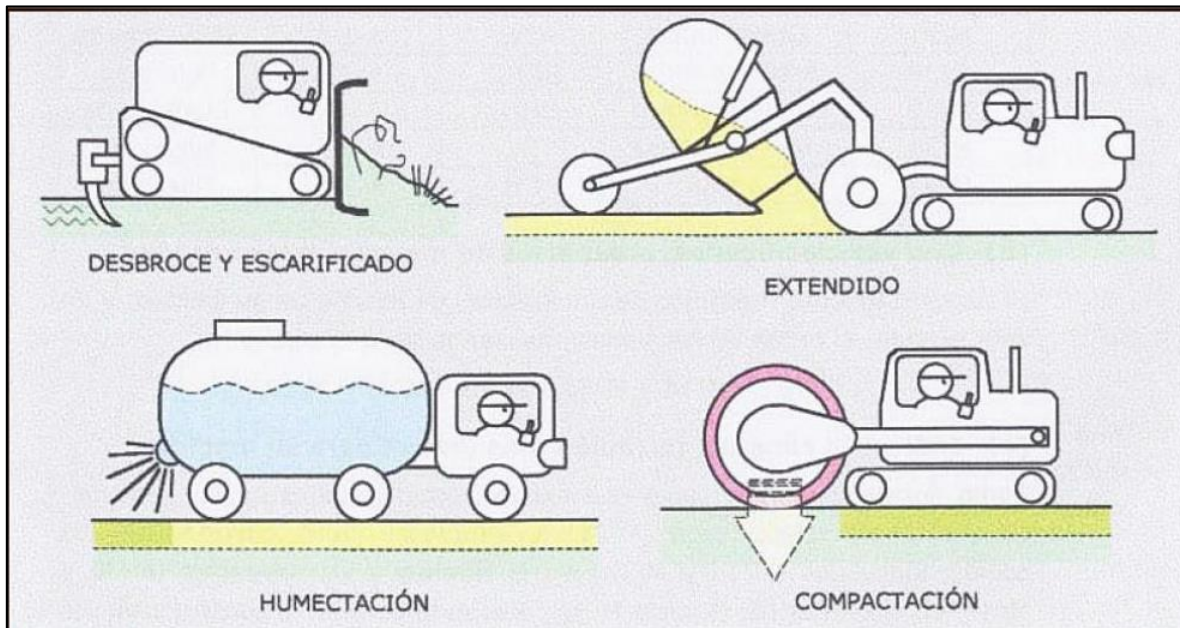


Figura 42. Fases de Construcción de un Terraplén.

OPERACIONES PREVIAS

Dentro de este grupo de tareas previas a la construcción del terraplén anteriormente mencionado, se incluyeron las labores de desbroce, eliminación de la capa vegetal y posterior escarificado del terreno subyacente.

DESBROCE DEL TERRENO

El **desbroce** o **desmonte** consistió en extraer y retirar de la zona afectada por la traza del polígono todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable que pueda acarrear perjuicios al normal desarrollo de la obra o al futuro comportamiento de la ECVN.

Cuando así lo indique el proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmonte se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la Norma **N-CTR-CAR-1-09-003**, “*Trasplante de Especies Vegetales*” y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo. El desmonte comprende:

1. Tala, que consiste en cortar árboles y arbustos.
2. Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
3. Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
4. Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

Como regla general, se recomendó extraer todos los tocones y raíces, especialmente aquellas cuyo diámetro fue superior a 10 cm, que fueron eliminados hasta una profundidad de al menos 50 cm por debajo de la superficie natural del terreno. De esta forma se evitó heterogeneidades que pudieron haber dado lugar a pequeños asientos diferenciales, causantes de depresiones y curvaturas en la capa final.

Los huecos que fueron causados por la extracción de este tipo de elementos antes mencionados, así como los pozos y agujeros existentes en la zona, se rellenaron y compactaron adecuadamente para evitar que estas zonas se comportaran como puntos débiles en la estructura del terraplén.

“Debido al elevado coste de coste de las operaciones de extracción y transporte de este tipo de elementos, la tendencia actual es reducirlas en la medida de lo posible. En este sentido, el TRB norteamericano sugiere que en terraplenes cuya altura supere los 2m, los árboles puedan cortarse a unos 10 cm de la superficie natural del terreno, mientras que los tocones pueden permanecer en su sitio.”

(Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, 2013)

El equipo que se utilice para el desmonte será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección.

Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operado.

Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputable al contratista.

Para esta fase o tarea previa, se utilizó un equipo adecuado para el proceso que continuación se menciona:

- Tractores equipados con cuchillas cortadoras pueden trabajar en cualquier tipo de terreno y cortar cualquier árbol al nivel del suelo.
- Tractor con hoja o rastrillo para raíces.



Figura 43. Desmonte en la zona a trabajar con máquina excavadora.

Los residuos producto del desmonte se cargarán y transportaran al sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, en vehículos adecuados o con cajas cerradas y protegidas con lonas, que impiden la contaminación del entorno o que se derramen.

Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible.

El transporte y disposición de los residuos se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

ELIMINACION DE LA CAPA DE TIERRA VEGETAL

Otro aspecto que se tuvo en cuenta fue el despalme que consistió en la eliminación de la capa más superficial del terreno (material vegetal). Donde ésta estuvo generalmente compuesta por un alto porcentaje de materia orgánica, que como sabemos debe ser evitada a toda costa por la susceptibilidad que presenta a procesos de oxidación y mineralización, así como impedir daños a las obras y mejorar la visibilidad del propósito.

Este proceso llamado **despalme**, es con el objeto de evitar la mezcla de material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Este material producto del despalme, se clasifica como material tipo A que es blando o suelto y puede ser eficientemente excavado con motoescrepa, suelo altamente orgánico y con un espesor máximo de 40cm. Para este proyecto fueron retirados **20 cm** de material vegetal que fue concentrada en un banco de desperdicio.

Cuando se trata de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. El despalme de las áreas de desplante de los terraplenes se ejecutará cuando sea necesario, en los tramos de terracería compensadas, antes de iniciar la construcción de estas, removiendo los materiales inadecuados hasta la profundidad.

Para la ejecución del despalme, se consideraron los aspectos que contiene la Norma **N•CTR•CAR•1•01•002/00**. El transporte y disposición de los residuos estuvo sujeto, en lo que correspondió, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.



Figura 44 Banco de desperdicio de E.C

CONSTRUCCIÓN DEL TERRAPLÉN

Una vez el terreno sobre el que se asentó el terraplén, se procedió a la construcción de este, empleando materiales que cumplieran las condiciones exigidas por cada zona. La ejecución del terraplén se compuso de tres operaciones que se repitieron cíclicamente para cada capa, hasta alcanzar la elevación asignada en el proyecto; estas son: extendido, humectación y compactación.

Cuando los materiales encontrados en las zonas cercanas a la obra no cumplen con las características marcadas en las normas, se requiere estabilizarlos mecánica y químicamente. En ocasiones, para construir las terracerías es necesario formar una caja y sustituir el material extraído por otro de características adecuadas; este procedimiento se utiliza a menudo para construir la capa subrasante en zonas de cortes.



Figura 45. Tendido de capas y maquinaria utilizada.

EXTENDIDO

Primeramente, se procedió al extendido de suelo en capas de espesor uniforme y horizontales al predio.

El material que contuviera cada capa fue homogéneo y presentó características uniformes; en caso contrario, se debió conseguir esta uniformidad mezclándolos convenientemente.

El espesor de estas capas fue lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles de obra, se obtuvieran en todo su espesor el grado de compactación exigido.

Por lo general, dicho espesor oscila entre los 15 a 20 cm de la capa delgada empleada en suelos finos o secos y los 20 a 40 cm de la capa media, empleada para suelos granulares de la obra o húmedos.

Para la construcción de la ECVN se tendieron capas que fueron divididas por secciones proporcionales al largo y ancho del polígono, dando así 12 secciones totales de 20 metros cada una y **una sección 13** de 25 metros.

Así mismo durante la construcción del terraplén se mantuvo una pendiente transversal que aseguró la rápida evacuación de las aguas y reduzco el riesgo de erosión de la obra de tierra. La maquinaria que se empleo fue muy diversa.



Figura 46. Tendido de material por capas mediante una moto conformadora.

HUMECTACIÓN O DESECACIÓN

Una vez extendida la capa de terreno, se procedió a acondicionar la humedad del suelo. Este proceso es de suma importancia, ya que debió de cumplir con dos funciones:

1. Asegurar una óptima compactación del material, asegurando la suficiente resistencia y reduciendo los posteriores asentamientos del terraplén.
2. Evitar que las variaciones de humedad que se produzcan después de la construcción provoquen cambios excesivos de volumen en el suelo, ocasionando daños y deformaciones en el firme.

Se tomó como humedad de referencia la determinada en el ensayo de Proctor normal o modificado, denominada humedad óptima Proctor. Su valor es cercano a la humedad de equilibrio, que es la que alcanzará definitivamente el firme pasado un tiempo después de su construcción.

La maquinaria empleada en esta fase de construcción fue generalmente un camión provisto de un tanque de agua (pipa). La humectación del terreno fue progresiva y uniforme hasta alcanzar el grado óptimo estipulado.

Si la humedad del suelo es excesiva, existen diversas formas de reducirla; destacan oreo del material, trabajándolo con gradas una vez extendido, o la adición de materiales secos o sustancias como la cal viva, que además mejorará las características resistentes del suelo.



Figura 47. Humectación del Terreno.

COMPACTACIÓN

Obteniendo ya el grado de humedad óptimo, se procedió a la última fase de ejecución de terraplén: la **compactación**.

El objetivo de este proceso fue el aumentar la estabilidad y resistencia mecánica del terraplén, se consiguió comunicando energía de vibración a las partículas que conforman el suelo, produciendo una reordenación de estas, que adoptaran una configuración energéticamente más sólida.

En términos más explícitos, la compactación trata de forzar el sientto prematuro del terraplén para que las deformaciones durante la vida útil de la carretera sean menores, ya que “cuanto más compacto este un suelo, más difícil será volverlo a compactar”.

La calidad de la compactación suele referirse a la densidad máxima obtenida en el ensayo de Proctor. En cimientos y núcleos, se exigieron densidades de al menos el 95% del Proctor normal.

La compactación de las capas siempre se efectuó desde afuera hacia el centro del terraplén; se llevó un especial cuidado en los bordes y taludes de este, debiendo emplearse las siguientes técnicas constructivas:

- Compactar una franja de por lo menos 2m de anchura desde el talud, en capas más delgadas y mediante maquinaria ligera apropiada (rodillos pequeños, bandejas vibradoras, etc.)

- Dotar de un ancho suplementario (1m) al terraplén sobre los valores estipulados en proyecto. Posteriormente se recortará el exceso colocado pudiendo ser reutilizado.



Figura 48. Vibro-compactador utilizado para alcanzar la compactación del terreno.

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.

Como consiguiente se seleccionaron al azar, muestras y/o elementos que fueron sometidos a mediciones, pruebas de campo o pruebas de laboratorio, para determinar sus propiedades y verificar el cumplimiento de la calidad especificada en el proyecto o establecida en la Normativa SCT.

CONSIDERACIONES

Los resultados de las pruebas que se realicen a materiales y conceptos de obra siempre tendrán variaciones debidas a la heterogeneidad del material, desviaciones durante el proceso constructivo, así como problemas derivados de los procedimientos de muestreo y prueba.

Se tuvo siempre en cuenta que las muestras “buenas”, “malas” o “indicativas de la situación promedio”, según el criterio personal del inspector de calidad, no pudieron ser consideradas como muestras al azar, y los resultados que se obtuvieron a partir de ellos, no correspondieron a la calidad real del lote o volumen de obra que representa.

GRANULOMETRÍA

La granulometría, trata de los métodos de medición del tamaño de un grano t por extensión de una población de granos. Se entiende por “grano” en sentido general a un trozo de materia sólida o líquida, esférica o no, que se encuentre en un fluido inmiscible.

Un “grano” puede ser no solamente un grano de arena o de polvo, sino también una gota en una emulsión o un aerosol, una partícula sólida de ceniza en un humo, una burbuja de gas en una espuma, etc.

REALIZACIÓN DE CALAS

El número de calas a realizar se determinaron aplicando la siguiente fórmula:

$$c = \frac{L}{50}$$

Donde:

c = Número de calas por realizar en cada capa tendida y compactada, con aproximación a la unidad superior.

L = Longitud de la capa tendida y compactada en un día de trabajo, (m)

Todas las compactaciones que se terminaron en las calas, para que lograran ser aceptadas, estuvieron dentro de las tolerancias que fijó el proyecto o aprobara la secretaría.

Tan pronto se concluyera la verificación, se rellenaron los huecos con el mismo material usado en la capa compactada para después continuar con su proceso constructivo.



Figura 50 Toma de calas en sitio.



Figura 49 Datos tomados en cada cala.

TERMINACIÓN DEL TERRAPLÉN

Una vez construido el terraplén se realizará el acabado geométrico del mismo, reperfilando los taludes y la superficie donde posteriormente se asentará el firme, empleándose generalmente la motoniveladora.

También se realiza una última pasada con la compactadora, sin aplicar vibración con el fin de corregir posibles irregularidades producidas por el paso de la maquinaria y sellar la superficie. Los taludes podrán ser revegetados para aumentar su estabilidad y favorece su reintegración ambiental, pudiéndose emplear la capa de tierra vegetal anteriormente excavada dada sus propiedades fertilizantes.



Figura 51 Construcción de taludes en ECVN

RESULTADOS Y ANEXOS

Para la culminación de esta tesis se muestran los datos que fueron resultado de todo el estudio que se ejecutó, los cuales se presentan a continuación:



Figura 52. Fotografía tomada con Dron del inicio de terraplén de la ECVN.



Figura 53. Mejoramiento de Suelos con DVP y CMC



Figura 54 Ubicación de DVP.



Figura 55 Replanteo de Puntos con GPS Hi Target GNSS RTK



Figura 56 Excavación realizada con apoyo topográfico.



Figura 57 Desfile de Tubería para Construcción de Gasoducto.

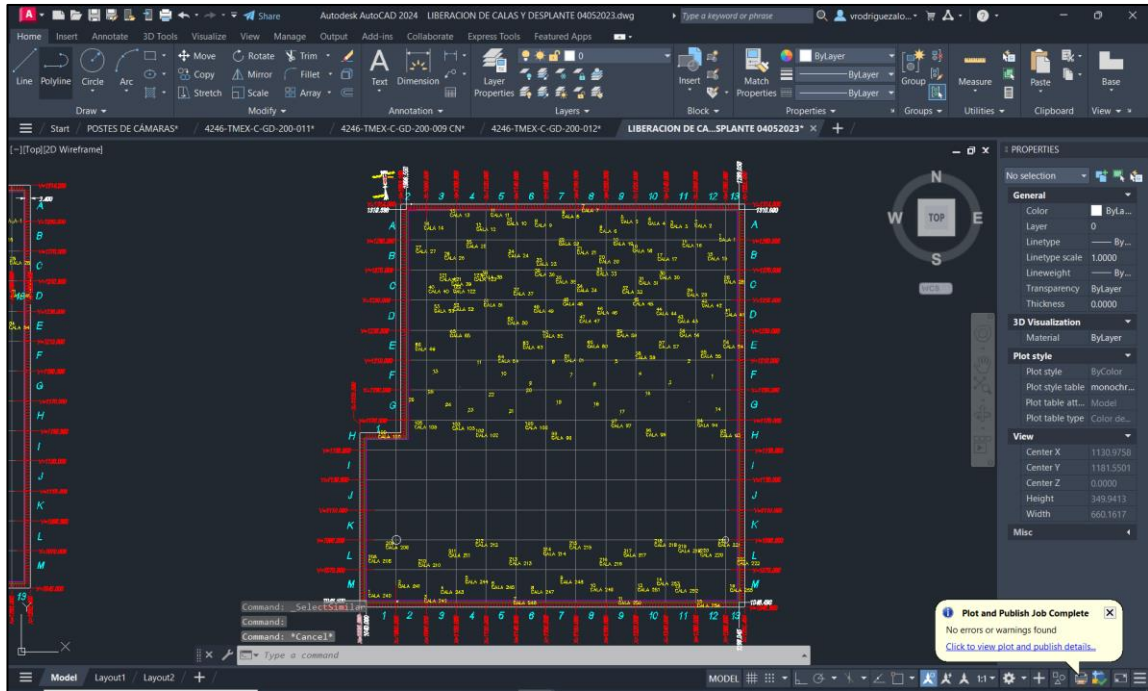


Figura 58 Localización de puntos en AutoCAD.

Autoguardado | descarga_de_puntos_a_autocad... | Modo de compatibilidad... | Se guardó en Esta PC | Buscar | RODRIGUEZ ALONSO Vindiana | TECHINT

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda

Portapapeles Fuente Alineación Número Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar Analizar datos Confidencialidad Complementos

PUNTO	X	Y	Z	codigo
C1	1277.775	1224.659	97.800	
C2	1258.415	1127.577	97.767	
C3	1240.273	1114.445	97.828	
C4	1224.573	1119.535	97.811	
C5	1203.795	1125.263	97.873	
C6	1184.692	1112.697	97.865	
C7	1176.628	1122.765	97.871	
C8	1160.813	1122.189	97.860	
C9	1135.401	1126.958	97.850	
C10	1116.566	1120.279	97.805	
C11	1100.521	1112.235	97.828	

Creación de puntos en AutoCAD

altura de texto	1	colores	#
color de punto	5	rojo	1
color de letra	7	amarillo	2
color del código	2	verde	3
z como texto	2	cyan	4
si=1		azul	5
no=2		magenta	6
		negro	7
z en punto	1	gris	8
si=1		gris claro	9
no=2			
descripcion	1		
si=1			
no=2			
limite de puntos	2000		

Sheet1 | Promedio: 97.833 | Recuento: 11 | Suma: 1076.158 | 100%

Figura 59 Formato Excel para ubicación de puntos en AutoCAD.

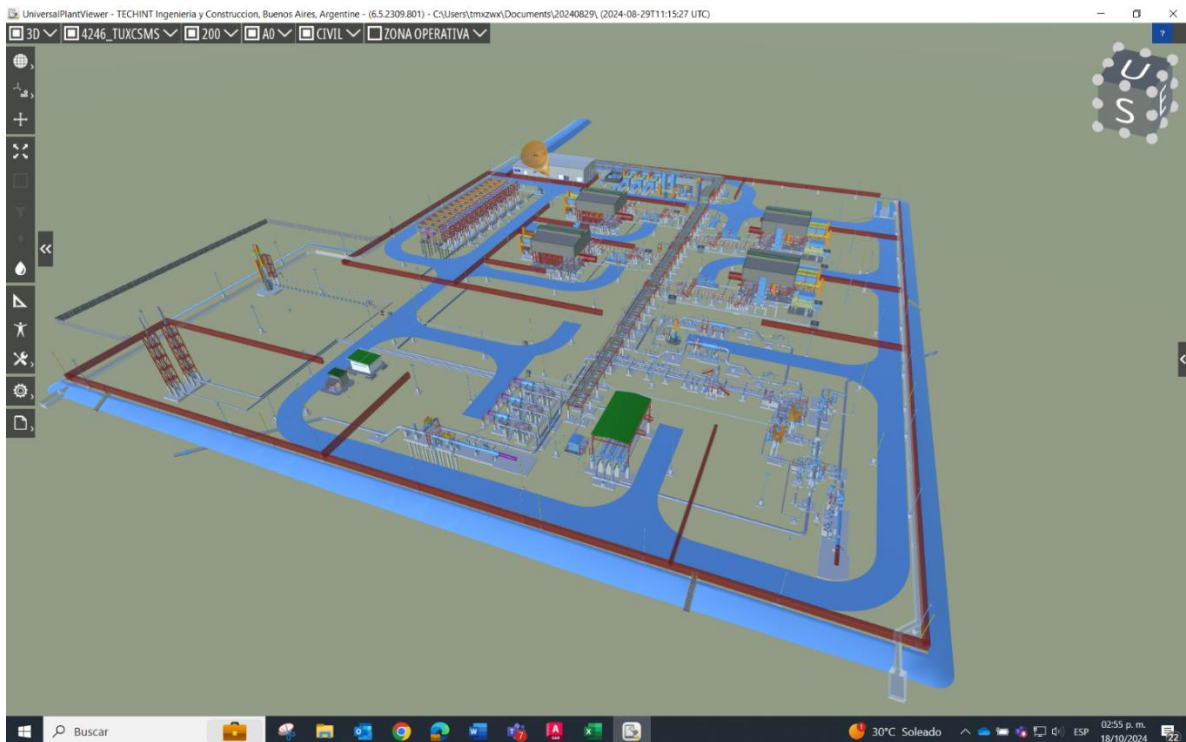


Figura 60 Maqueta 3D ECVN



Figura 61 Construcción de taludes.

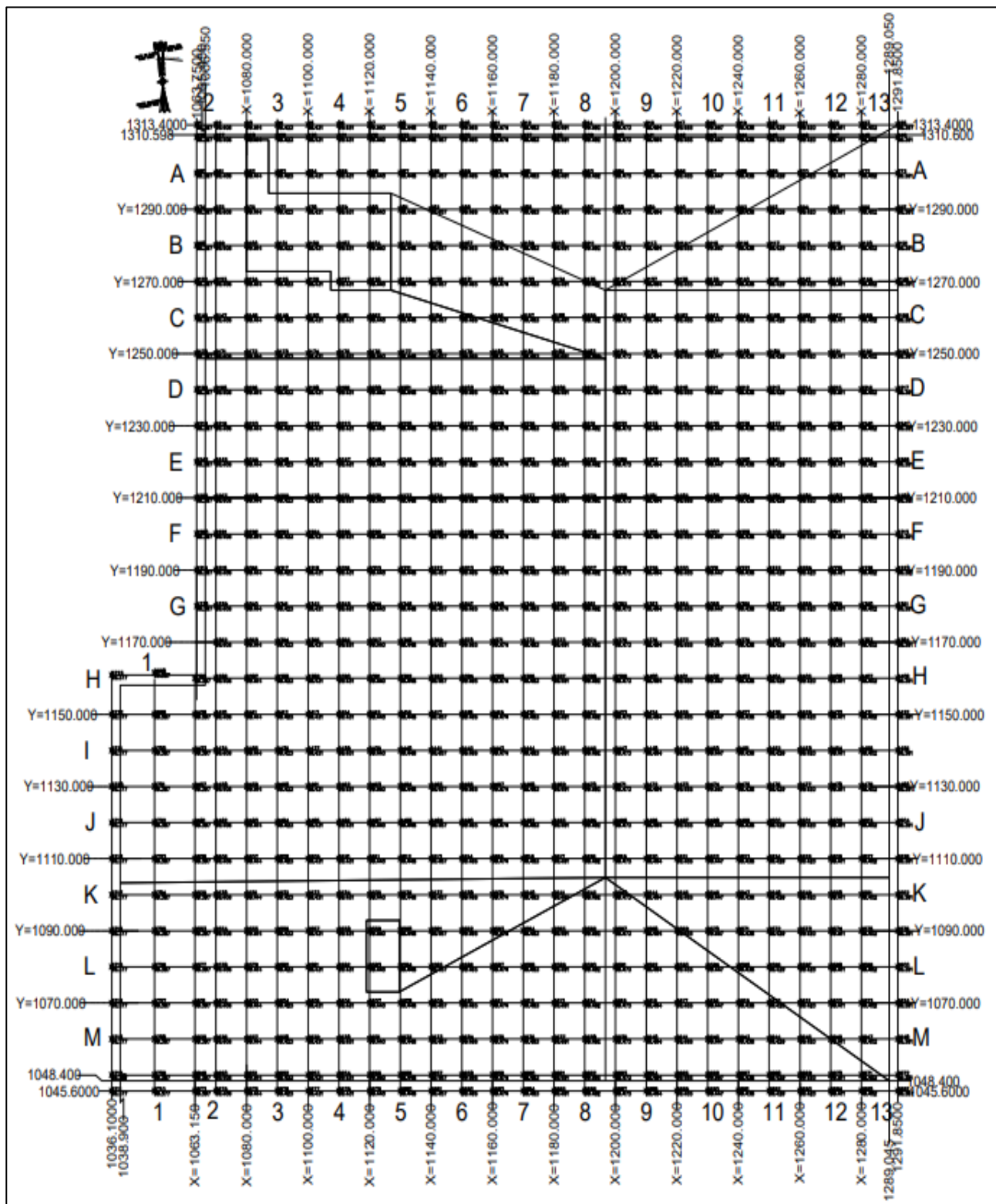


Figura 62 Cuadrícula de elevación creada en AutoCAD con replanteo topográfico.

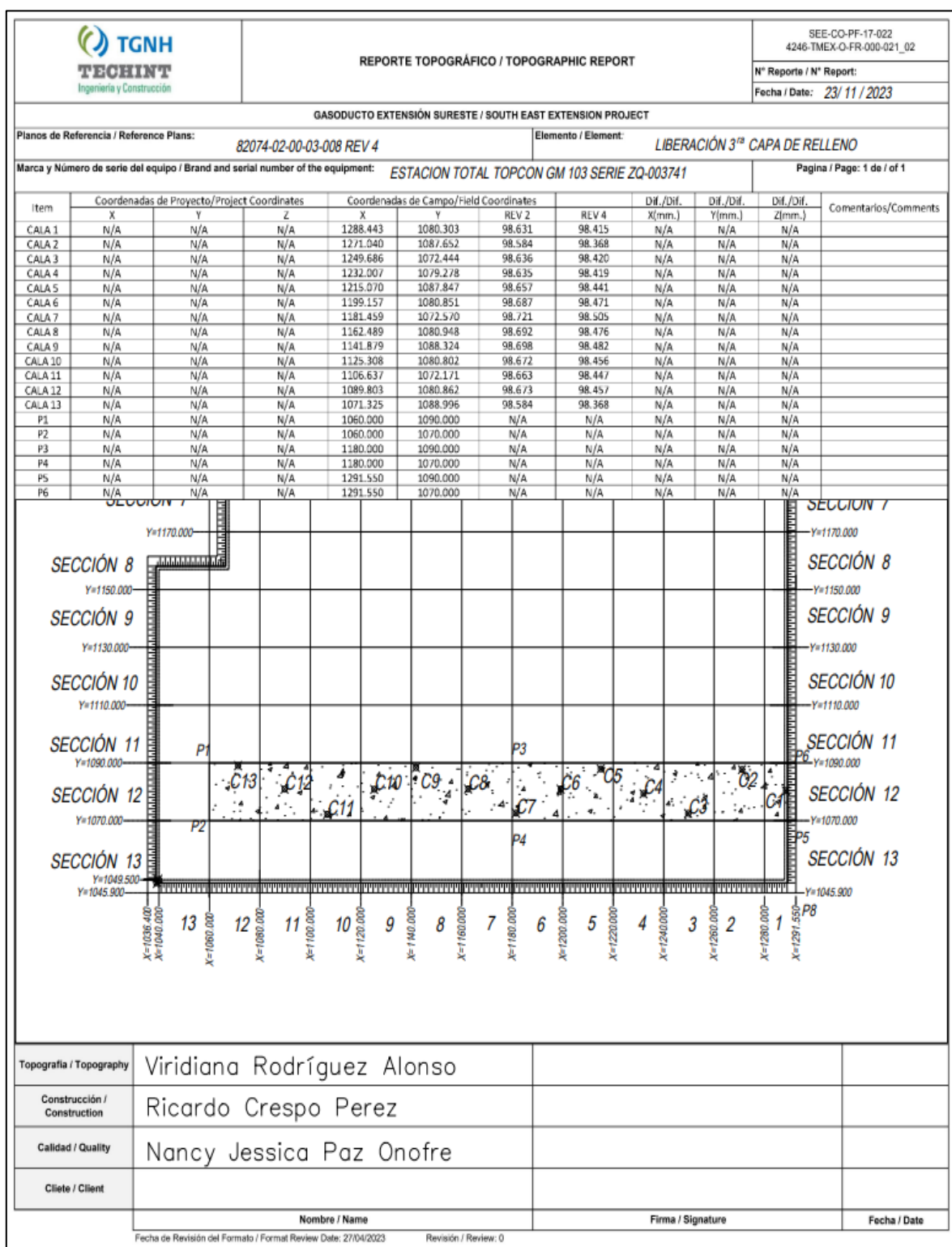


Figura 63 Liberación Topográfica de calas para entrega a cliente.

	A	B	C	D	E
1		X	Y	Z	
2	D1	1064.050	1313.100	98.394	
3	D2	1070.000	1313.100	98.403	
4	D3	1080.000	1313.100	98.411	
5	D4	1090.000	1313.100	98.420	
6	D5	1100.000	1313.100	98.428	
7	D6	1110.000	1313.100	98.428	
8	D7	1120.000	1313.100	98.437	
9	D8	1130.000	1313.100	98.445	
10	D9	1140.000	1313.100	98.454	
11	D10	1150.000	1313.100	98.462	
12	D11	1160.000	1313.100	98.471	
13	D12	1170.000	1313.100	98.480	
14	D13	1180.000	1313.100	98.488	
15	D14	1190.000	1313.100	98.479	
16	D15	1200.000	1313.100	98.470	
17	D16	1210.000	1313.100	98.461	
18	D17	1220.000	1313.100	98.452	
19	D18	1230.000	1313.100	98.444	
20	D19	1240.000	1313.100	98.435	
21	D20	1250.000	1313.100	98.426	
22	D21	1260.000	1313.100	98.417	
23	D22	1270.000	1313.100	98.408	
24	D23	1280.000	1313.100	98.399	
25	D25	1291.550	1313.100	98.394	
26	D26	1064.050	1310.000	98.394	
27	D27	1070.000	1310.000	98.403	
28	D28	1080.000	1310.000	98.411	
29	D29	1090.000	1310.000	98.420	
30	D30	1100.000	1310.000	98.428	
31	D31	1110.000	1310.000	98.428	
32	D32	1120.000	1310.000	98.437	
33	D33	1130.000	1310.000	98.445	
34	D34	1140.000	1310.000	98.454	
35	D35	1150.000	1310.000	98.462	
36	D36	1160.000	1310.000	98.471	
37	D37	1170.000	1310.000	98.480	
38	D38	1180.000	1310.000	98.488	
39	D39	1190.000	1310.000	98.479	
40	D40	1200.000	1310.000	98.470	
41	D41	1210.000	1310.000	98.461	
42	D42	1220.000	1310.000	98.452	
43	D43	1230.000	1310.000	98.444	
44	D44	1240.000	1310.000	98.435	
45	D45	1250.000	1310.000	98.426	
46	D46	1260.000	1310.000	98.417	
47	D47	1270.000	1310.000	98.408	
48	D48	1280.000	1310.000	98.399	
CAPA 2 NTT					
Listo  Accesibilidad: es necesario investigar					

Tabla 8 Datos tomados con Estación Total.

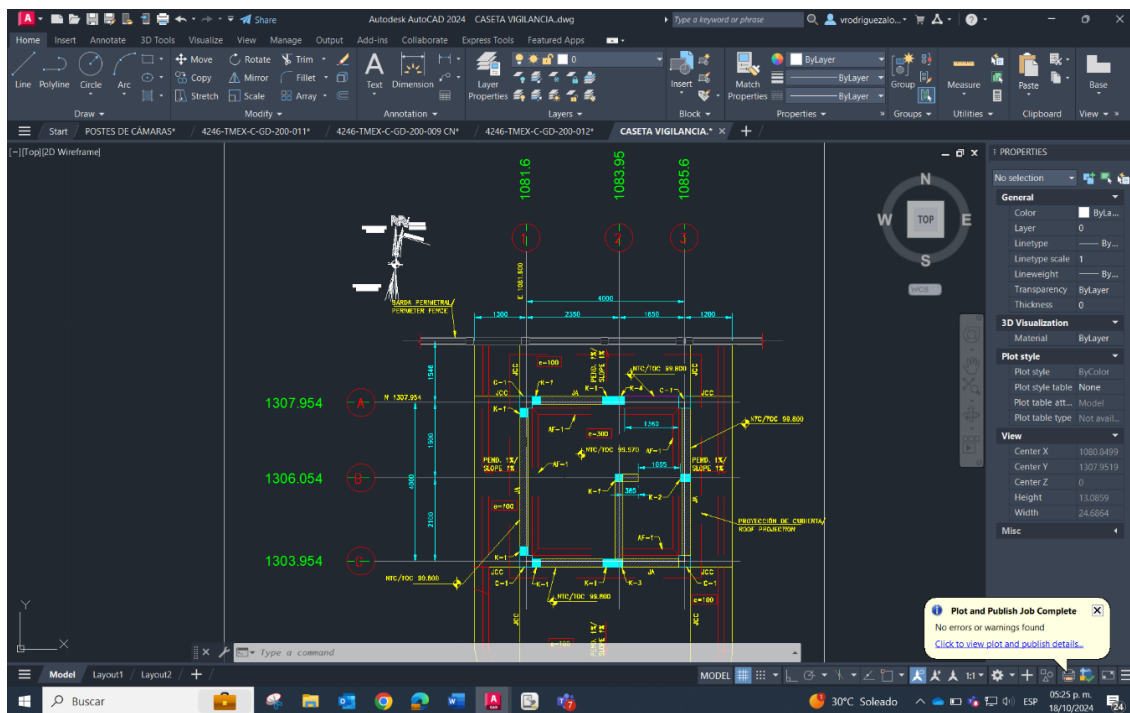
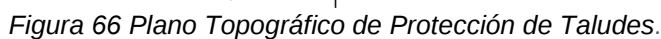


Figura 64 Ubicación de coordenadas en AutoCAD para trazo en campo.

Sección 7G		Sección 8H	
CAPA 4		CAPA 4	
CAPA TERRAPLEN		CAPA TERRAPLEN	
N= 1181.602	N= 1176.521	N= 1163.045	N= 1162.077
E= 1283.456	E= 1189.735	E= 1285.667	E= 1195.934
Z= 98.654	Z= 98.721	Z= 98.686	Z= 98.746
REV 2 98.870	REV 2 98.937	REV 2 98.902	REV 2 98.962
N= 1187.484	N= 1171.697	N= 1168.654	N= 1156.955
E= 1266.321	E= 1170.306	E= 1266.794	E= 1175.494
Z= 98.662	Z= 98.730	Z= 98.662	Z= 98.750
REV 2 98.7878	REV 2 98.946	REV 2 98.878	REV 2 98.966
N= 1174.020	N= 1179.729	N= 1156.165	N= 1161.958
E= 1247.385	E= 1151.384	E= 1249.551	E= 1154.426
Z= 98.714	Z= 98.700	Z= 98.671	Z= 98.712
REV 2 98.930	REV 2 98.916	REV 2 98.887	REV 2 98.928
N= 1178.237	N= 1187.874	N= 1159.970	N= 1168.595
E= 1228.048	E= 1136.374	E= 1230.266	E= 1133.283
Z= 98.726	Z= 98.690	Z= 98.681	Z= 98.685
REV 2 98.942	REV 2 98.906	REV 2 98.897	REV 2 98.901
N= 1186.802	N= 1179.639	N= 1168.525	N= 1160.369
E= 1206.517	E= 1117.524	E= 1211.991	E= 1112.536
Z= 98.728	Z= 98.691	Z= 98.720	Z= 98.662
REV 2 98.944	REV 2 98.907	REV 2 98.936	REV 2 98.878
30-08-23			

Figura 65 Levantamiento topográfico de calas por sección y capa.



CONCLUSIONES

La construcción de terracerías es indudablemente uno de los tantos puntos importantes dentro del número de obras que enmarca la ingeniería civil, ya que no solo es el diseño del proyecto, si no también lo es la parte respectiva a la construcción porque ambas etapas de estudio, análisis y ejecución mantienen la suficiente importancia entre sí para poder obtener un resultado satisfactorio.

Hablando del diseño del proyecto y la construcción de terracerías, intervienen muchos factores que sería imposible definir específicamente cuál de ellos es el más importante y el que a su vez pudiera ser responsable de ocasionar fallas técnicas y constructivas durante el proceso de construcción de estas.

Sin embargo, hay que recordar que en caso de que se llegase a presentar un problema en el campo, la propia ingeniería nos permitirá elegir de entre varias alternativas flexibles.

Si en algún momento se incurriera en inadecuados procedimientos de trabajo durante la formación de terraplenes, seguramente esto repercutiría en las propiedades y condiciones de los materiales utilizados en cada una de las capas, lo que implicaría resultados contraproducentes y pérdidas de tiempo y dinero en cuanto a reparar los daños existentes.

Las especificaciones y características del proyecto en sí y de cada una de las actividades en la construcción de terracerías, permiten que en la actualidad al constructor no se le acepten errores en gran escala.

Para la construcción de la Estación de Compresión Veracruz Norte, se colocó un terraplén que sirvió como plataforma de nivelación y sobreelevación de 2.2 m de espesor, ya que, de acuerdo con estudios hidrológicos previos, el sitio es potencialmente inundable.

El Ing. Topógrafo y Geodesta es el profesionalista apto para desarrollar trabajos que impliquen precisión, ya que su educación esta cimentada en los recursos que requieren el desarrollo de habilidades en los sistemas de referencia. Debe desarrollar destrezas, para involucrarse de manera correcta en el campo de la ingeniería civil, ejecutando conocimientos de manera técnica y productiva.

Desarrollar las terracerías en las primeras fases de la construcción facilitan que el proyecto se desarrolle de manera apropiada y no exista ningún tipo de complicaciones que afecten la calidad de las edificaciones.

En última instancia, un enfoque equilibrado en las terracerías es un paso hacia un futuro más sostenible en la construcción.

GLOSARIO

AFINE: Acabado de un talud o fondo de excavación.

ARCILLA: Material producto de la descomposición e hidratación de las rocas feldespáticas. Un tipo de suelo de grano fino que se utiliza como material de construcción o como base de relleno.

ARENA: Partículas de rocas, menores de 0.5 cm. En su dimensión máxima.

ASFALTO: Material negro y viscoso, también llamado betún o chapopote, se puede fabricar tanto en frío como en caliente.

BANCO DE DESPERDICIO: Sitio aprobado en el cual se depositan los materiales de desecho.

BANCO DE PRÉSTAMO: Sitio aprobado, del cual se extraen materiales naturales para emplearlos en la construcción.

BANCO DE NIVEL: Referencia principal de elevaciones entre diferentes elementos constructivos.

CALA: Rotura hecha para reconocer el grueso de una pared o su fábrica, o para descubrir bajo el pavimento cañerías, conducciones de agua, electricidad, etc.

CAMINOS DE ACCESO: Los que se construyen en forma provisional para comunicar por la ruta accesible más económica a juicio del residente, los lugares fijados por el mismo para la obtención de materiales y la obra de construcción.

CAPA SUBRASANTE: Su finalidad es resistir las cargas que el tránsito transmite al pavimento, transmitir y distribuir las cargas al cuerpo del terraplén.

CAPA SUBYACENTE: Es una capa intermedia entre el cuerpo del terraplén y la capa subrasante, de 30 a 70 cm de espesor.

CRIBA: Máquina o elemento artesanal que se utiliza para separar y clasificar materiales como grava y arena.

COMPACTACIÓN: Proceso constructivo de comprimir un material como el suelo, para mejorar resistencia y estabilidad.

CONTROL DE CALIDAD: Acciones programadas y sistemáticas de control de materiales, herramientas, equipos, procesos constructivos o de manufacturas y calificación de personal, que el contratista lleva a cabo, para un laboratorio a fin de verificar y garantizar el cumplimiento de la calidad compactada contractualmente, con apoyo en los servicios de su propio laboratorio de pruebas o en el de sus proveedores.

COTA DE TERRENO: Altura de un punto de terreno, referido a um nivel determinado.

DESLINDE: Fijación de los límites o linderos de un predio.

DESMONTE: Operación de tala de árboles, arbustos, desyerbe, desenraice, que se realiza en un terreno de forma manual o mecánica.

DESPALME: Extracción y retiro de la capa superficial del terreno natural en forma manual o mecánica.

DESPLANTE: Superficie de terreno compactada o sin compactar em uno o varios niveles sobre el cual se asienta una construcción.

DUCTO: Espacio cubierto o no, destinado a alojar tuberías, alambres, cables, barras alimentadoras o para conducir fluidos o materias varias.

EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN: Toda clase de maquinaria adecuada y necesaria para la ejecución de una obra.

GRAVA: Piedras de tamaño mediano, utilizadas como agregado en el concreto y como material de drenaje.

MUESTREO: Toma de los especímenes representativos de un lote de material, para que se realicen con ellos las correspondientes pruebas de laboratorio o la revisión y selección de elementos.

REPLANTEO: Localización y fijación en el lugar de los límites de un predio de acuerdo con los datos en la escritura de propiedad de este.

SUB-BASE: Primera capa de la estructura de pavimentos y está formada por material granular grueso, normalmente pétreo.

SUELO: Genéricamente, superficie de la corteza terrestre, material que proviene de la desintegración o descomposición de la roca y cuyas partículas, agrupadas sin cementación estable, son de cualquier tamaño comprendido entre las gravas y los coloides.

TALUD: Superficie inclinada del material de un corte o de un terraplén. Paramento inclinado de un muro.

TERRACERÍA: Tierra compactada que se acumula en terraplenes y camellones o en la obra de caminos, calzadas o carreteras.

TERRAPLÉN: Elevación de tierra construida para nivelar una superficie o para contener agua, Relleno o sobre elevación hecho con tierra.

TERRENO NATURAL: Extensión de tierra delimitada que posee ciertas características debido a la acción de agentes naturales.

TOLERANCIAS: Límites aceptables de error.

TRAZO: Conjunto de señalamientos mediante estacas, mojoneras u otras marcas fijadas en el terreno que sirven para indicar líneas, ejes, elevaciones y referencias de la obra, para su ejecución de acuerdo con el proyecto.

TUBERÍA:

VIBRADOR: Equipo que se utiliza para el vibrado del concreto con motor de gasolina o eléctrico con cabezal de diferentes diámetros y chicote.

BIBLIOGRAFÍA

- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. (2013). Obtenido de <https://www.gob.mx/banobras>
- Campos, Trierweiller, de Carvalho, & Selih. (2016). *Enviromental Management Systems in the Construction Industry*. 460.
- Cardone, A. (2021).
- Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2015). *Manual de Agua Potable, Acantarillado y Saneamiento*. 186.
- ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA MERIDIANO. (2016). *Levantamiento Topográfico con Estación Total*. CAJAMARCA.
- Federeción Regional de Empresarios de la Construcción de Murcia. (2023). *El Sector de la Construcción es Clave para la Economía*. Obtenido de <https://www.frecom.com/>
- Gobierno de México. (2020). *Data México*. Obtenido de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tuxpan-30189?populationType=totalPopulation&redirect=true>
- GRUPO MUNDO VERDE. (08 de 05 de 2023). *Terracerías en la Construcción: Un Equilibrio entre Eficiencia y Respeto Ambiental*. Obtenido de <https://grupomundoverde.mx/terracerias-en-la-construccion-un-equilibrio-entre-eficiencia-y-respeto-ambiental/#:~:text=La%20construcci%C3%B3n%20de%20terracer%C3%ADas%20es,la%20confianza%20de%20los%20clientes.>
- ICONTEC. (12 de 2004). Obtenido de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/NTC%20ISO>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. (Enero de 2013). *Sistemas Geodésicos de Referencia*. Obtenido de

https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/rap/sites/default/files/public/Sistemas_Geodesico_de_referencia.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2005). *Guía para la Interpretación de Cartografía*.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2010). *Compendio de Información Geográfica Municipal Tuxpan Veracruz 2010*.

INSUR CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL. (2023). *TERRACERÍAS*. Obtenido de <https://constructorainsur.com/servicios/terracerias/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20terraceria%20y,obra%2C%20efectuados%20hasta%20la%20subrasante>.

KIMRAY INC. (2024). Descripción General del Equipo de una Estación de Compresión de Gas Natural.

Marquez, F. G. (1994). *Curso Básico de Topografía*. México: Árbol Editorial.

NUEVAISO14001. (2018). *Nueva ISO 14001*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com>

Pimentel, M. (2023).

Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT. (2001). CTR BANCOS. 7.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT. (2011). *CTR Terracerías*. México: HBonilla.

SEFIPLAN. (2021). Obtenido de http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2021/06/TUXPAN_2021.pdf

Sistema de Información Estadística y Geográfica del Estado de Veracruz Ignacio de la Llave. (2021). *Cuadernillos Municipales, Tuxpan 2021*. Obtenido de http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2021/06/TUXPAN_2021.pdf

Techint Ingeniería y Construcción. (Septiembre de 2023). Construcción Gasoducto Nestor Kirchner.

TECTUSS TECHNOLOGICAL MOMENTUM. (2024). ¿Cómo funcionan las estaciones de compresión de gas natural. 2.

Vilchez, E. (2008). Ventajas de la Implantación de un Sistema de Gestión Ambiental. 273.

Zutshi, & Creed. (2015). An International Review of Environmental Initiatives in the Construction Sector. *Journal of Cleaner Production*, 106.