

III. PLANEACIÓN GENERAL DE LA LÍNEA 12 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

3.1 INGENIERÍA

Para poder establecer la ingeniería es necesario contemplar una serie de estudios los cuales se mencionan a continuación: que como objetivo de los estudios es conocer las características y propiedades del sitio donde se desarrollara el Proyecto; Estudios referentes a la movilidad, arqueología, topográficos, en materia de afectaciones, geotecnia, de Instalaciones Municipales, con carácter Ecológico y de Desarrollo Urbano que se deberán tomar en cuenta para el desarrollo del proyecto ejecutivo y en consecuencia el del Proyecto Integral.

- ❖ Estudios Referentes a la Movilidad. La realización de un estudio de movilidad tendrá como objetivo conocer la captación que hoy en día se tiene a lo largo de las diferentes vialidades considerando como inicio Tláhuac y termino Mixcoac, realizando aforos vehiculares y peatonales, de transporte, estudios de origen y destino y con base a ello realizar las proyecciones para obtener la cantidad de usuarios que se podrán captar a lo largo de las zonas locales y regionales. Con lo anterior se puede lograr dimensionar las estaciones, y paraderos para realizar el intercambio modal.

- ❖ Estudios de Arqueología. Como probablemente se encuentren sitios de interés arqueológico, artístico o histórico es necesario realizar la investigación y análisis pertinente de la clasificación regional establecida por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), lo anterior con el fin de tomar en cuenta las observaciones y poderlas reflejar en el proyecto ejecutivo y no dañar algún tipo de monumento simbólico.

- ❖ Estudios Topográficos. A través de estos estudios se logra obtener las poligonales y curvas de nivel que el proyecto integral de la línea 12 requiere para realizar los anteproyectos, proyectos, construir obras e instalaciones que sean necesarias para poder ejecutar con mayor calidad y precisión de las

actividades involucradas. Con respecto a la altimetría esta se referirá a un banco de nivel profundo que llegue hasta las capas duras y firmes. Además estos estudios son base para llevar a cabo los de afectaciones.

- ❖ Estudios en Materia de Afectaciones. Como ya se había mencionado con anterioridad estos estudios van ligados a los de topografía ya que elaborado el trabajo de éstos, se definen las áreas que se afectaran y así proceder al análisis del mercado inmobiliario y de negocios, determinar estratos económicos sociales de los afectados, situación de la tenencia del predio, situación jurídica de los mismos y con ello proceder a la adquisición de los predios.
- ❖ Estudios Geológicos. La realización de estos estudios es para conocer lo referente a mecánica de suelos e utilizar la información y resultados para proceder al desarrollo del proyecto de cimentaciones de las estructura o de las estructuras mismas y además establecer los procedimientos constructivos en los casos de las obras que sean subterráneas.
- ❖ Estudios de Instalaciones Municipales. Con el desarrollo de estos estudios es lograr obtener y recopilar información suficiente de las instalaciones de agua potable y drenaje entre otras como sus características físicas, uso, y capacidad, quien está a cargo de las mismas, realizando exploraciones, inspecciones visuales y cualquier otra actividad que conduzca a la integración del inventario de instalaciones municipales o de otro tipo ya sean éstas aéreas o subterráneas que interfieran directa o indirectamente con el Proyecto Integral de la línea 12 del Sistema del Sistema de Transporte Colectivo Tláhuac-Mixcoac.
- ❖ Estudios con carácter Ecológico. Lo que caracteriza a este tipo de estudios es que se debe recaban la suficiente información para poder elaborar la Manifestación de impacto Ambiental (MIA) que se presentara ante la Secretaría

del Medio Ambiente para que sea aprobada ya que en ella se contiene la medidas de prevención y mitigación hacia el Medio Ambiente.

- ❖ Estudios de Desarrollo Urbano. Con este tipo de estudios se logra adquirir que tipo de impactos de la obra proyectada y sus repercusiones como se van a generar hacia las zonas que se encuentran a lo largo del proyecto. Con ello se elabora las alternativas para evitar o en su caso minimizar dicha incidencia.

De lo anterior se procede al desarrollo del anteproyecto que corresponde a la ingeniería básica y el proyecto ejecutivo a la ingeniería de detalle para su inicio de estos, los estudios deben estar parcialmente avanzados.

3.1.1. Ingeniería Básica.

En la ingeniería básica contempla lo que es el anteproyecto de la línea, comprendiendo el planteamiento del sistema integral, determinando la solución para los trabajos civiles, los subsistemas electromecánicos y electrónicos, requeridos para el desarrollo del Proyecto Ejecutivo. La ingeniería básica contempla que al concluir ésta, toda edificación que integre la línea dorada quede determinada en sus aspectos relacionados a su dimensionamiento, funcionalidad, forma y estructural, así mismo debe resolverse su relación con el entorno, incluyendo su localización definitiva, accesos tanto peatonales como vehiculares además de su imagen urbana. También debe contener las redes generales de todos los sistemas de instalaciones y la posición de los sus equipos. De acuerdo a lo antes mencionado se expresaran en los siguientes productos:

- ❖ Análisis del dimensionamiento de todos los espacios de las edificaciones, considerando usuarios, equipos y material rodante.
- ❖ Diagramas de flujo de los usuarios y funcionamiento general de las estaciones.
- ❖ Planta de localización.
- ❖ Planta de conjunto.
- ❖ Plantas arquitectónicas, amuebladas, de todos los niveles de las edificaciones

- ❖ Cortes longitudinales y transversales.
- ❖ Fachadas y elevaciones interiores.
- ❖ Maqueta (s) cuando se consideren necesarias para la mejor comprensión del proyecto.
- ❖ Memoria descriptiva del anteproyecto arquitectónico.
- ❖ Memoria y esquemas del análisis estructural y del procedimiento constructivo.
- ❖ Plantas y secciones de la propuesta de cimentación y estructura.
- ❖ Plantas, secciones y esquemas de todas las redes de instalaciones, (incluyendo la localización de equipos).
- ❖ Memoria descriptiva del nivel de servicio de cada una de las redes de instalaciones.

a) Planos.

Los planos contendrán la representación gráfica y a una escala adecuada los espacios, elementos arquitectónicos y constructivos que conforman las edificaciones para lograr su identificación de lo anterior mencionado.

Cuando el anteproyecto se encuentre concluido será revisado por el cliente y siendo aprobado, el proyectista iniciara con la fase de la ingeniería a detalle.

3.1.2. Ingeniería a Detalle.

La ingeniería a detalle contempla el proyecto ejecutivo el cual consistirá en realizar los planos, cálculos, diseños, especificaciones, procedimientos y documentos necesarios para llevar a cabo la construcción de cada una de las edificaciones involucradas en la Línea 12 del Metro. La ingeniería a detalle se desglosara en ocho sub partidas para las estaciones y siete en los tramos, tales se enuncian en la tabla 3.1.1.

Sub partidas para las estaciones	Sub partidas para los tramos
Perfil	Perfil
Trazo	Trazo
Proyecto Geotécnico	Gálibos
Proyecto Arquitectónico	Obras Inducidas
Proyecto Estructural	Proyecto Geotécnico
Proyecto de Instalaciones	Proyecto Estructural
Proyecto Acabados	Diseño de Imagen
Proyecto de Señalamientos	

Tabla. 3.1.1. Subpartidas del Proyecto Ejecutivo.

- ❖ Perfil. En este se define el lugar que ocupará la estructura del Metro en el sentido vertical, en los distintos sitios por donde pasa la Línea de trazo. Además deberán aparecer pendientes mínimas y máximas existentes en las distintas zonas de la Línea, tramos interestación, estación, aparatos de vía, y enlaces con otras Líneas. Así mismo deberán de aparecer marcados los estratos de suelo que confinarán la estructura señalando su espesor; profundidad de desplante, el nivel de aguas freáticas en el caso de detectarse, rejillas de ventilación; el mobiliario urbano e instalaciones que serán afectadas y todas las interferencias existentes, las conexiones de las correspondencias y accidentes topográficos. El perfil considerara las especificaciones estructurales, geotécnicas, topográficas y requerimientos del material rodante.

- ❖ Trazo. Es aquel en donde se concentra la localización de las estaciones, enlaces, correspondencias, edificios de puesto central, de control de la Línea, subestaciones de rectificación con sus puntos de acometidas, rejillas de ventilación, depósitos, colas de maniobra y talleres de mantenimiento. Lo anterior referenciados a bancos de niveles profundos y superficiales por ser referencias serán inamovibles después de quedar establecidas.

- ❖ Gálibos. Es el producto del estudio y análisis de cada uno de los espacios requeridos por el tren tanto en su funcionamiento estático como dinámico.

- ❖ Proyecto Geotécnico. Es aquí donde se muestra a detalle la estratigrafía y propiedades mecánicas de los suelos con perfiles y cortes a lo largo del tramo, así mismo los empujes horizontales sobre las distintas estructuras. Obtención de los factores de seguridad contra la falla de excavación en las distintas etapas de la construcción definiendo la secuencia de excavación y el número de niveles y separación de elementos de contención ya sean troqueles anclas o combinación de los mismos si se requieren. Contempla el análisis de la sobre compensación y de la flotación en el tramo elevado. Contendrá las recomendaciones relativas al proceso de construcción y para el control y supervisión de las estructuras establecer la instrumentación de campo, la instrumentación será utilizada como el soporte de vigilancia permanente durante la construcción y posterior a su operación de la Línea.

- ❖ Proyecto Arquitectónico. Dota de los espacios adecuados para los movimientos del hombre en lo individual y colectivo atendiendo sus estados emocionales. La arquitectura del metro conduce al usuario, mediante las estaciones, de la calle al andén y de éste al tren. Las áreas se proyectan para las horas de máxima afluencia. Un factor importante a considerar es considerar psicológico referido a la claustrofobia que debe evitar la arquitectura subterránea. En este proyecto se plasman los accesos, ubicados en banquetas, plazas, casetas o edificios; vestíbulos, están antes o después de los controles siendo su función distribuir al usuario en su tránsito por la estación; circulaciones, permiten los desplazamientos de los usuarios para acceder a los vestíbulos; Andén, es el elemento por el cual se realiza el ascenso y descenso de los trenes; locales técnicos; son las áreas donde se alojan las subestaciones eléctricas, los gabinetes de telecomunicación y mando y los equipos de extracción; servicios generales, siendo los espacios administrativos requeridos por la línea.

- ❖ Proyecto Estructural. Establecidas las condiciones del suelo derivadas de los estudios geotécnicos y definido el sistema estructural a utilizarse deberá resolverse el proyecto estructural contemplando los espacios definidos en los

proyectos de gálibos y perfiles, las solicitaciones de carga del material rodante y los esfuerzos que serán sometidas las edificaciones. Además con los lineamientos del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (R.C.D.F.) y las Normas Técnicas Complementarias (N.T.C.) se procederá al diseño y construcción de las estructuras del Metro y tomando de referencia el Art. 139 del (R.C.D.F.), el Metro se considera como estructura del tipo "A". Para las dimensiones de los elementos involucrados y los detalles de las estructuras se harán de acuerdo con los criterios relativos y especificados para los estados de límite de falla y de servicio, así como de durabilidad para las estructuras de concreto reforzado. Por lo que representa la línea 12 del Metro esta deberá diseñarse para una vida útil de por lo menos cincuenta años.

En el proyecto estructural se plasmarán las características de los elementos prefabricados y colados en sitio, losa de fondo, superior, columnas etc. Incluyendo los detalles de nudos o conexiones para obtener la resistencia y rigidez requerida para todas las combinaciones de cargas vivas y muertas que se presenten durante cada etapa del procedimiento constructivo y de forma permanente. Además de mostrar las dimensiones de los elementos estructurales determinados por los estados límites de fallas y por las condiciones de servicio.

- ❖ Proyecto de instalaciones. Se enfoca a las instalaciones eléctricas, hidráulicas, y sanitarias.
- ❖ Obras Inducidas. Se trazaran las interferencias que existan a lo largo del trazo de la línea como las tuberías de agua potable y drenaje, ductos de telefonía, casetas telefónicas, ductos de PEMEX, ductos de gas, tala de árboles, catenaria del trolebús etc.
- ❖ Acabados. En esta parte del proyecto se consideran; Pisos, banquetas, andadores, recubrimientos, plafones, mamparas, pinturas, barandales, materiales en general con que se oculta o presenta virtualmente la estructura,

la impermeabilización de la obra, Rejillas de ventilación, Puertas, rejillas y elementos de control.

- ❖ Proyecto de Señalamientos. En este tipo de proyecto se establece un sistema que lleve a una correcta operación de las estaciones, para lograr dicha operación se debe contar con símbolos y descripciones claras y concisas, que prevengan, direccionen, informen y orienten al usuario, esto para lograr que el usuario tenga un conocimiento total del sitio donde se encuentra.
- ❖ El señalamiento del sistema se clasifica en cinco grupos tomando en cuenta la función que ejecuta cada uno. Básicos; en este grupo es de identificación general de la red del metro y de las estaciones así pues el símbolo básico del metro, número, color y mapa del barrio aledaño a cada estación son los elementos que integran este tipo de señalamiento. Direccionales; con ellos se indican el recorrido que debe realizar el usuario para arribar de la manera más rápida y sencilla hacia su objetivo resolviéndose con letreros y flechas indicando la dirección en la cual debe desplazarse dentro de la estación. Preventivos; su función es inducir al usuario a desplazarse con el mínimo de contratiempos. Restrictivos; son los que prohíben al público ejecutar acciones que puedan poner en riesgo su integridad física y la operación del sistema colectivo metro. Informativos; señalan al público los servicios existentes dentro de la estación además de la publicidad colocada en las mamparas que recubren los muros.
- ❖ Diseño de Imagen. Aquí se hace referencia a la selección de los materiales que el usuario visualiza al estar en contacto con la estación, es la razón por la cual las características de los materiales deben ser idénticas en todas las estaciones considerando sus cualidades estéticas es decir color, forma, textura, versatilidad de aplicación y cualidades de manufactura. Además la iluminación debe ser suficiente para que el usuario tenga un bienestar psicológico.

La Integración de planos e informes conllevan finalmente al apoyo por una parte para desarrollar el Proyecto Integral de la Línea 12 del Sistema de Transporte Colectivo Tláhuac-Mixcoac y por otra para saber cómo proceder con las instalaciones actuales cómo protegerlas durante el procedimiento constructivo en su caso cómo desviarlas elaborando los proyectos, procedimientos y lo necesario para incorporar dicha línea a la red del metro.

3.2 CONSTRUCCIÓN

En construcción es comúnmente hablar de actividades que serán ejecutadas paralelamente y/o en forma alternada para ello, se formaran equipos de trabajo para los diferentes frentes de trabajo para que de manera previa a la construcción se cuantifiquen los planos que deben estar al 100.00 % definidos y autorizados por la Dirección General del Proyecto Metro del distrito Federal (PMDF).

Una vez terminada la cuantificación esta sirve para realizar los pedidos de los materiales que integran el conjunto de elementos a construir se integrará el listado de trabajos a subcontratar, y la requisición de todos los equipos especiales que forman parte esencial de la línea 12, éstos deberán estar definidos para prever los tiempos de entrega y realizar las pruebas conducentes.

La programación es uno de los aspectos más importantes en la construcción, para lo cual se estudiarán los rendimientos en los principales actividades y estipulados en los precios unitarios del concurso, para complementar los tiempos de ejecución, el proyecto completo, los materiales, equipos, mano de obra especializada. Es esencial el cumplimiento de las normas de calidad y de seguridad y medio ambiente en la obra para entregar un producto terminado que cumpla con los requerimientos del cliente.

Por ser una obra que está controlada por el órgano descentralizado Proyecto Metro del Distrito Federal (PMDF) se llevarán controles rigurosos de:

- ❖ Avances de Obra (Programas y Rutas Críticas).
- ❖ Documentos.
- ❖ Cambios de Proyecto.
- ❖ Calidad y seguridad.
- ❖ Procedimientos Constructivos para los diferentes tipos de soluciones.
- ❖ Contratos y Subcontratos.

La construcción de la obra civil de la línea 12 se resolverá de la siguiente manera:

- ❖ Solución superficial de Talleres Tláhuac al tramo de transición Tlaltenco-Zapotitlán.
- ❖ Solución elevada del tramo de transición Tlaltenco-Zapotitlán al tramo de transición Barrio Tula-Atlalilco.
- ❖ Solución subterránea en cajón de la transición Barrio Tula – Atlalilco al foso de ingreso del escudo localizado en el tramo Atlalilco - Mexicaltzingo.
- ❖ Solución subterránea con túnel desde el foso de ingreso para el escudo localizado en el tramo Atlalilco – Mexicaltzingo a la Estación Terminal Mixcoac.
- ❖ Zona de Maniobra de los trenes en Solución subterránea, a partir de la cabecera poniente de la Estación Terminal Mixcoac.
- ❖ Depósito en túnel de dos vías para 8 posiciones de trenes, a partir de la Cola de maniobras de la Estación Mixcoac., incluye andén de maniobras y fosa de visita.

3.2.1. Construcción Superficial.

En la zona superficial al iniciar la excavación también dará inicio el confinamiento de la obra, se tendrá que realizar la tala de árboles y preliminares para contar con el área libre de interferencias, se iniciara la actividad con el despalme de terreno y excavación de la cimentación sobre el eje de la línea. Cuando la excavación alcance el nivel indicado en el proyecto se colocara la plantilla, se procederá al armado de la losa de fondo, muros laterales posteriormente a su colado se inicia con la losa tapa en caso de la estación ya que en tramo queda a nivel losa de fondo para concluir la cimentación. Al termino de ésta se continuara con la estructuración, el diseño de la estructura es ligera por el tipo de terreno donde se ubica, teniendo la etapa con los muros del andén se procederá con el cimbrado

armado, y colado de la losa de andén, dejando pendiente la nariz que se colara posteriormente, terminada la losa de andén se construirán los muros exteriores, se continuara la construcción de los muros interiores y exteriores del nivel andén y posteriormente el desplante de la estructura metálica (ver figura 3.2.1.).

Desde el inicio de la obra se iniciara la fabricación de la estructura metálica columnas, trabes y armaduras para su montaje en el momento indicado, se continuara con el montaje, iniciando con las columnas, vigas y trabes exteriores para formar marcos y rigidizarlos con las armadura de la techumbre, teniendo la estructura exterior sujeta y anclada formando los marcos, se continuara con el montaje de las columnas interiores en el andén, trabes y las vigas de conexión entre las columnas interiores, para formar la estructura del vestíbulo superior, terminado la estructuración del vestíbulo superior, con sus conexiones y anclajes se procederá a la colocación de la lamina losacero inmediatamente se colocara el firme de compresión, y se continuara con el montaje del multipanel de la estructura para la techumbre, con sus accesorios y fijaciones (ver figura 3.2.2.).

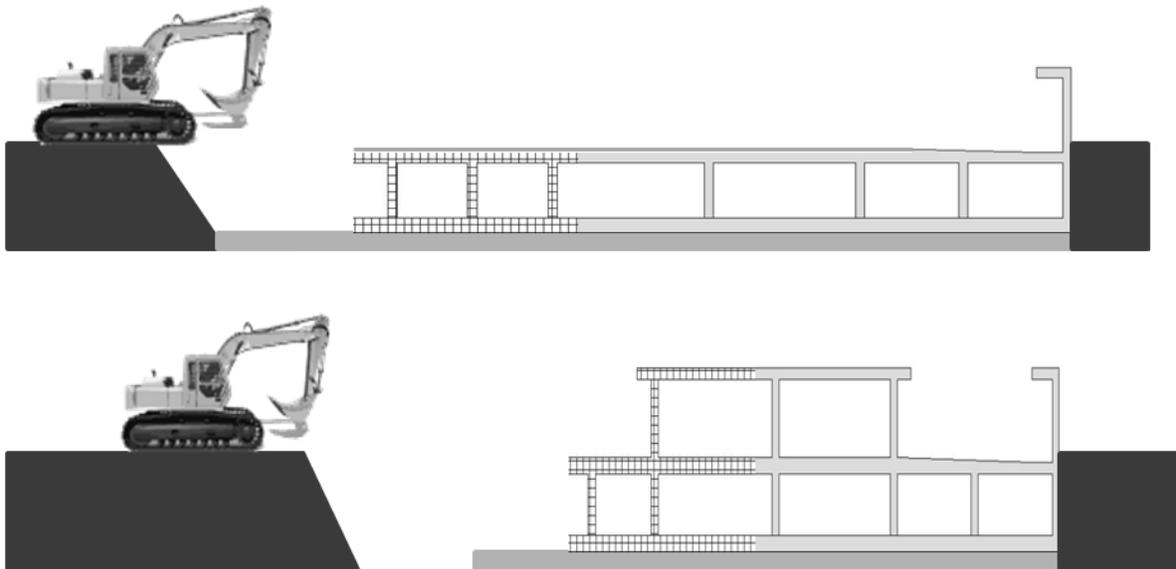


Figura. 3.2.1.; Se visualiza la cimentación para tramo y por otra parte la de la estación con andén.

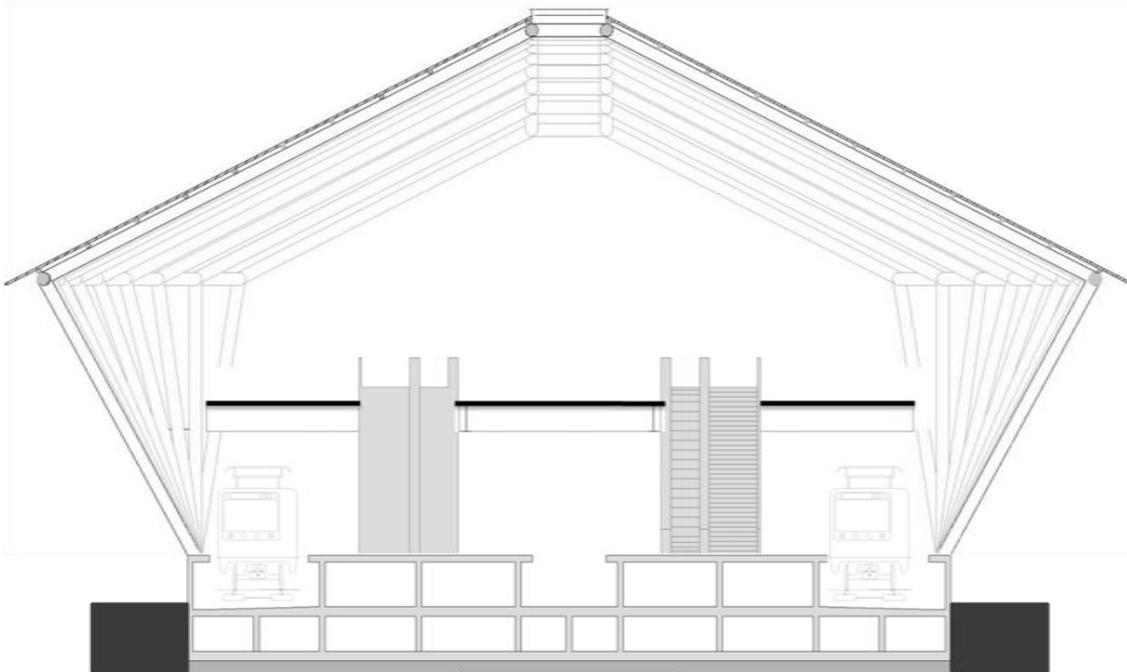


Figura. 3.2.2.; *Se visualiza el conjunto de la estación.*

3.2.2. Construcción Elevada.

En la zona elevada la solución es que después de terminar con las obras inducidas que son aquellas interferencias que nos pueden afectar el inicio de la obra civil, se procederá a la perforación para introducir el armado de las pilas que posteriormente serán coladas in situ, después continuamos con la excavación donde se alojara el cajón de cimentación para así colocar la plantilla de concreto simple y la colocación del acero de refuerzo para cimbrarla y colar (ver figura 3.2.3.). Al término de la cimentación se procederá con la estructura que incluye el armado de columnas, cimbrado y colado para así dar comienzo al montaje de la viga lanzadora y simultáneamente la fabricación de los precolados e ir colocando las dovelas que a un determinado tramo serán postensadas (ver figura 3.2.4.). En el caso de estaciones se procede con el montaje de precolados de andén y montaje de cubierta simultáneamente a lo anterior se realiza la demolición de las afectaciones, cimentación de accesos y colocación de su estructura para poder concluir con el montaje del paso peatonal y en general con su albañilería y

acabados. Para el caso de los intertramos se prosigue con el montaje de faldones precolados y se termina con la colocación del balasto.

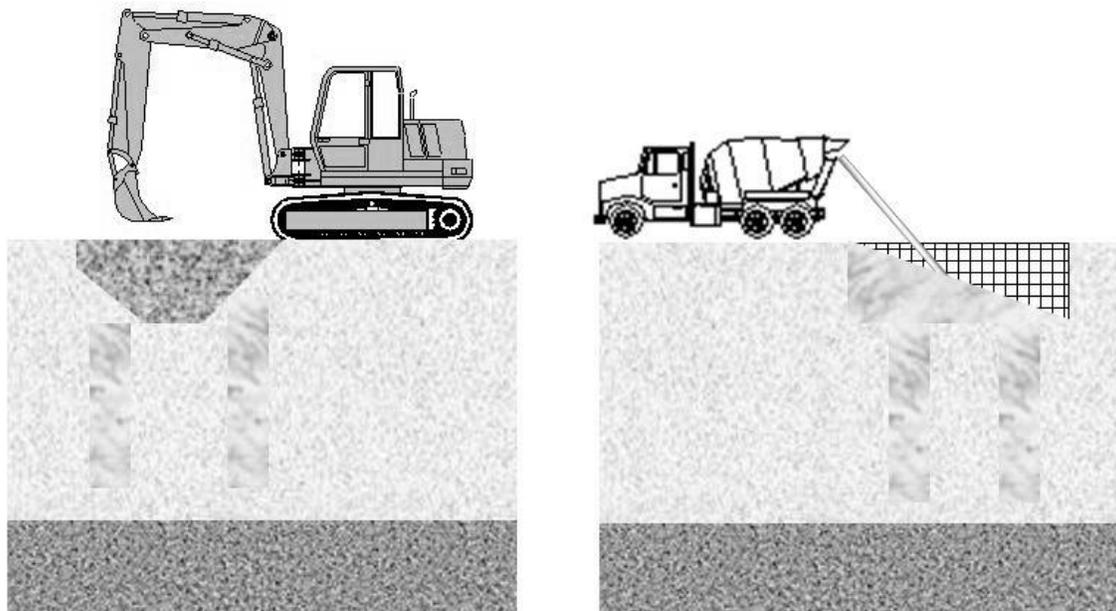
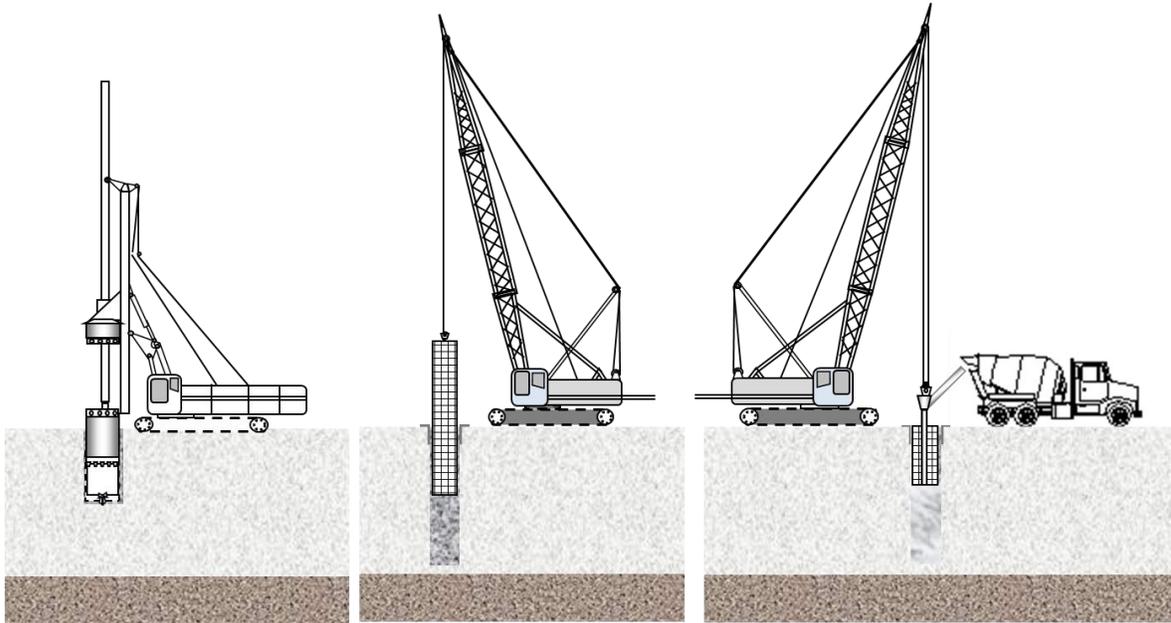


Figura. 3.2.3.; Se muestra la perforación colocación del acero y colado de las pilas y la excavación, colocado del armado y colado del cajón de cimentación.

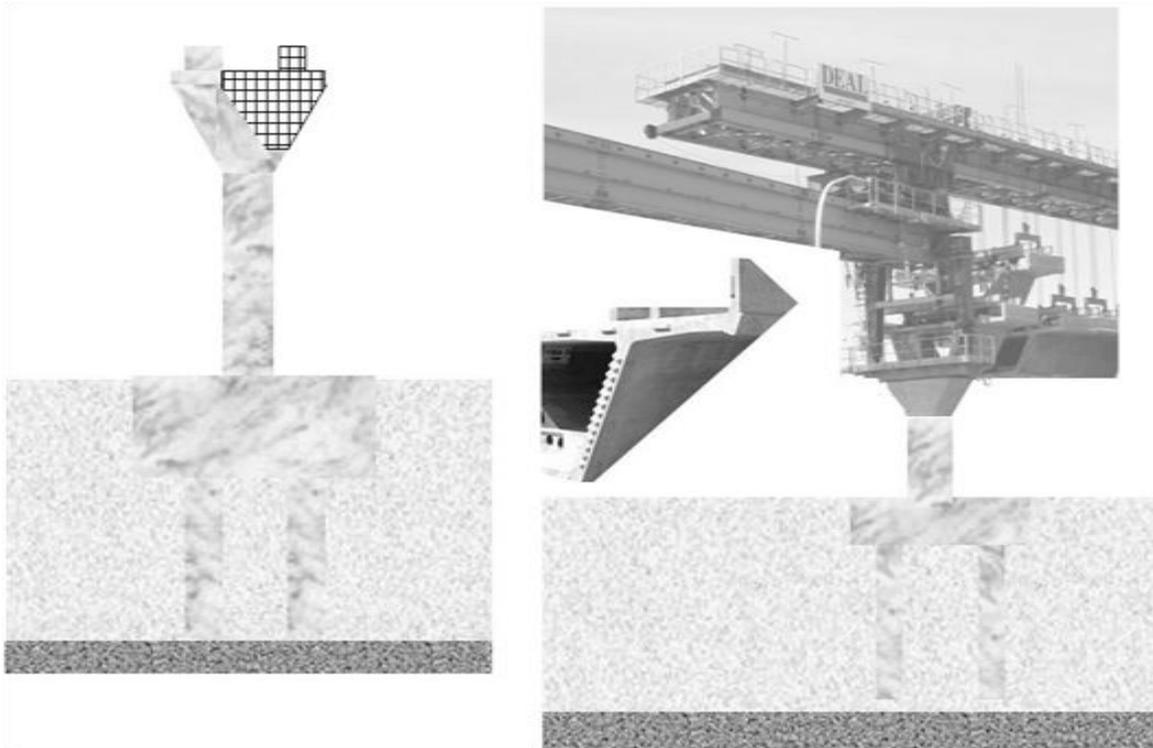


Figura. 3.2.4.; *Se observa la estructura, una sección de dovela y el montaje de la viga lanzadora.*

3.2.3. Construcción Subterránea.

Para la construcción del tramo subterráneo se utilizará el método ya mundialmente conocido y utilizado, de cajón de Milán. Este sistema utiliza las propiedades estabilizadoras de una arcilla llamada bentonita. Se excavan 2 trincheras poco profundas sobre la vertical de los futuros muros del cajón. Las caras laterales de estas trincheras son protegidas por unos brocales de concreto ligeramente armado procediéndose seguidamente a profundizar las trincheras, utilizando para ello brocas de gran diámetro y palas especiales (almejas) que retiran el suelo hasta lograr la profundidad máxima requerida (ver figura 3.2.5.). Las trincheras profundas así logradas son seguidamente rellenas de lodo bentonítico.

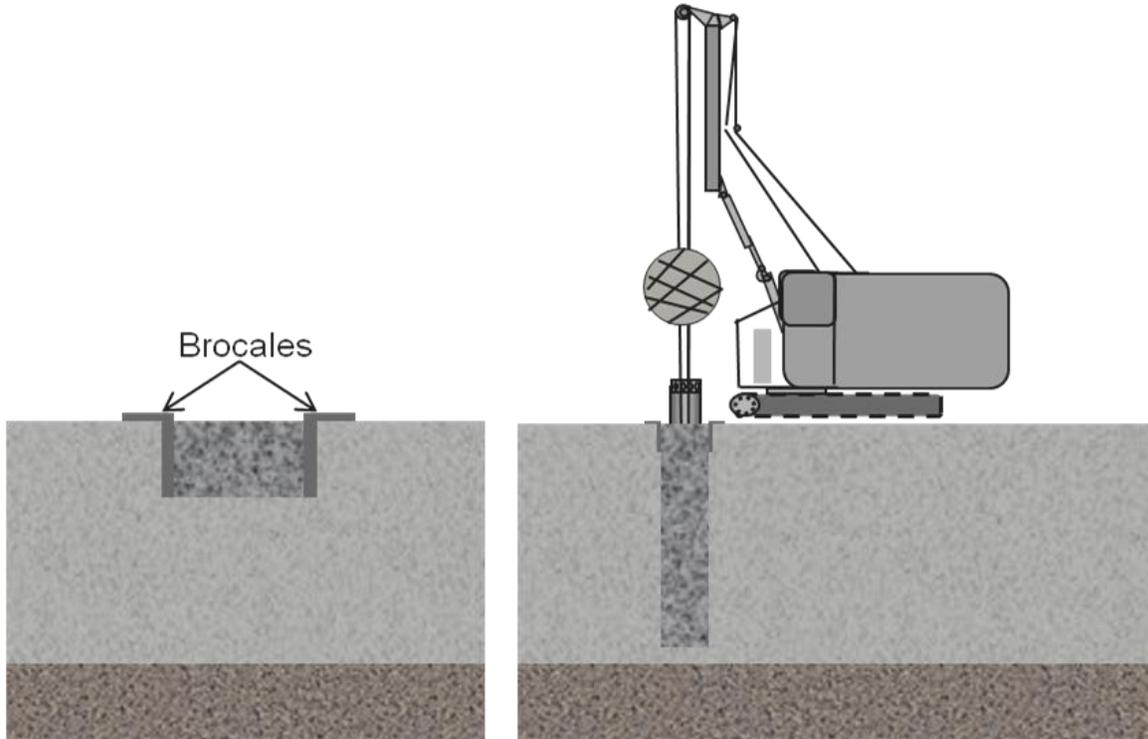


Figura. 3.2.5.; Trinchera corta con brocales y excavación de trinchera para alojar el muro Milán.

A continuación se introducen las armaduras metálicas correspondientes a los muros laterales. Una vez colocadas se procede a verter el concreto, utilizando para ello unos tubos Tremí mediante los cuales el colado no cae sobre la bentonita sino que es depositado en el fondo mismo de la trinchera profunda. Por su mayor densidad el concreto va quedando abajo, expulsando por la parte alta de la zanja un volumen equivalente de lodo bentonítico, hasta que éste ha sido remplazado totalmente por el concreto, con lo cual queda integrado el muro de concreto reforzado (ver figura 3.2.6.).

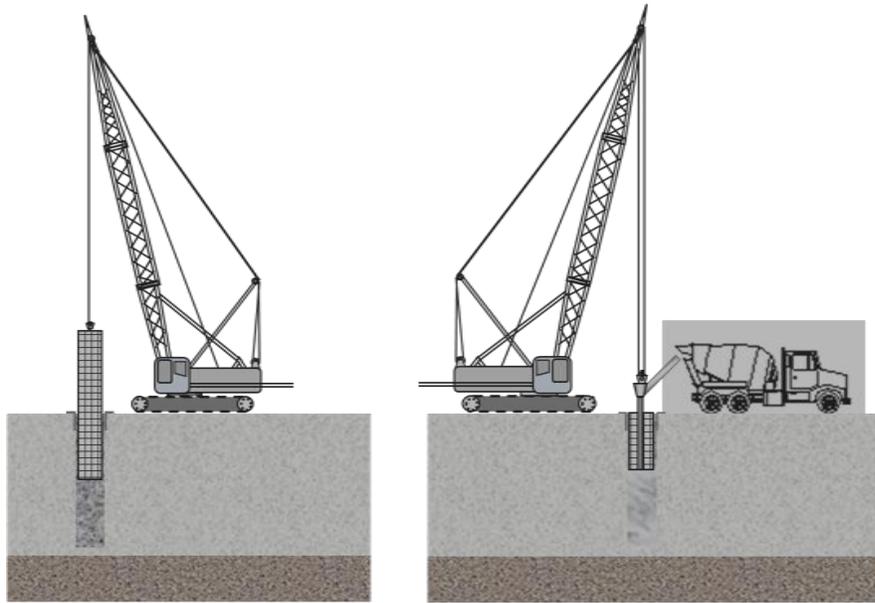


Figura. 3.2.6.; Colocación de acero y colado del muro Milán.

Terminando en ambos lados del cajón, se excava el terreno comprendido entre ellos. Para evitar el desplome hacia dentro se instalan troqueles transversales que más tarde serán retirados. La excavación se continúa hasta la profundidad requerida para colar la losa de fondo del cajón. Posteriormente los muros laterales (muros de acompañamiento) y a continuación las tabletas que conformaran el techo para poder colocar sus instalaciones eléctricas, balasto y vías (ver figura 3.2.7).

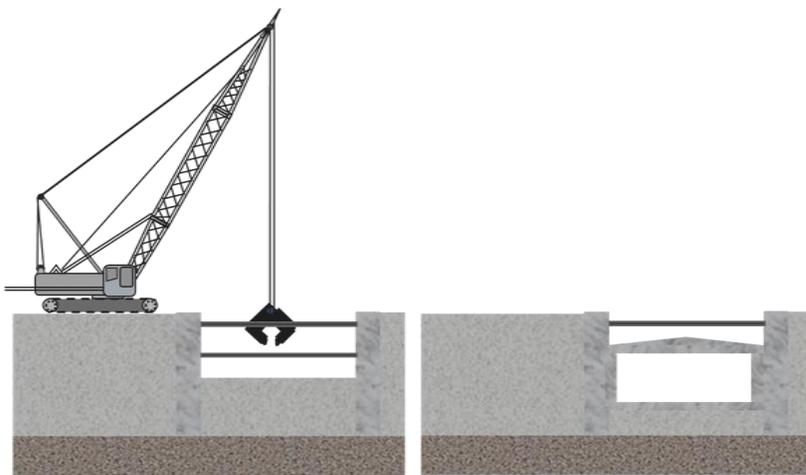


Figura. 3.2.7.; Excavación del núcleo y fabricación de losa, muros y tabletas.

Para la construcción de las estaciones que cruzan con avenidas importantes como lo es Insurgentes se recurrirá al método denominado TOP DOWN con el fin de permitir la circulación sobre esta vialidad. El método Top-Down permite independizar la construcción de la estructura subterránea “descendente” y la superficial “ascendente” o como en este caso ya se encuentra construida y no se desea afectar, tan solo se requiere de una superficie libre fuera de los límites de las avenidas para poder ingresar con lo necesario para la construcción como es equipo, materiales y personal (ver figura 3.2.8.).

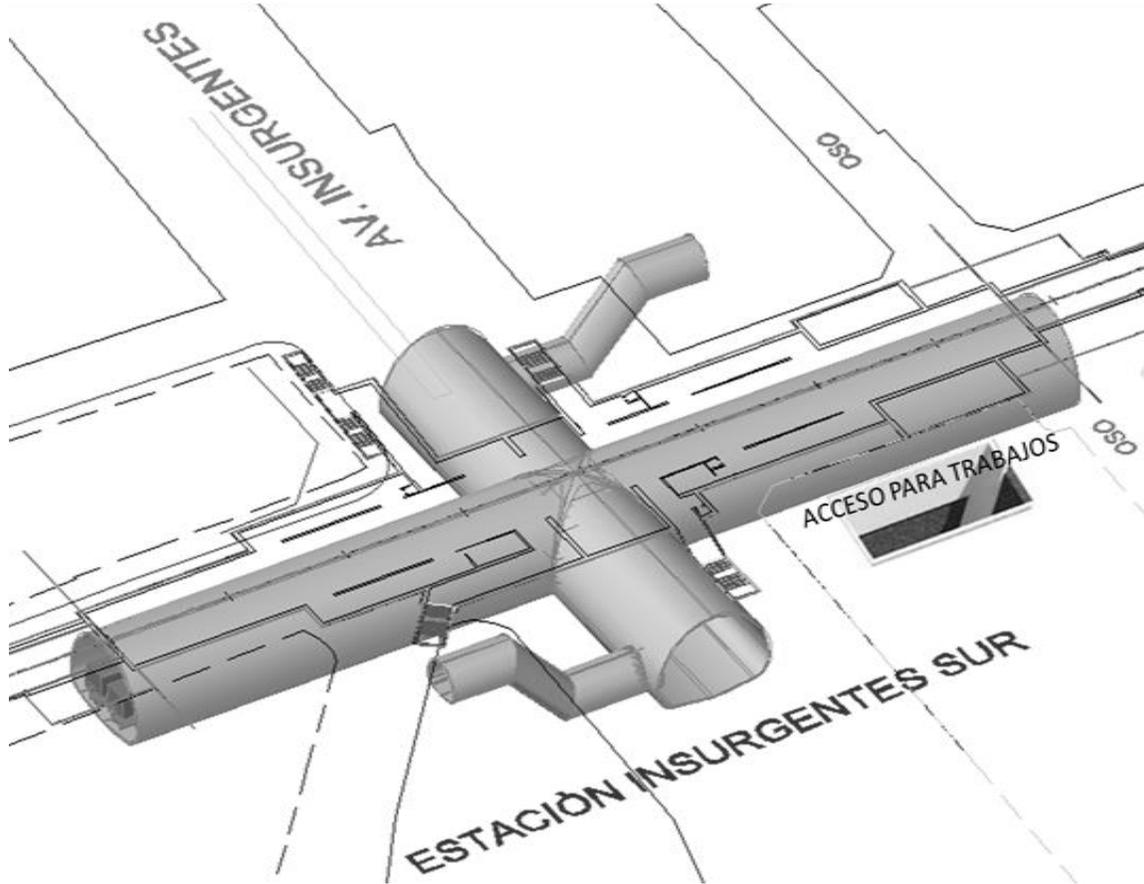


Figura. 3.2.8.; Se observa una proyección de la estación insurgentes la cual se tendría que construir con el método TOP- DOWN.

En algunas estaciones su solución es utilizando el método de muros Milán, como se describió con anterioridad, aquí se tendrá que agregar una losa intermedia que servirá para contar con el mezzanine y a partir de ahí construir los accesos (ver figura 3.2.9.).

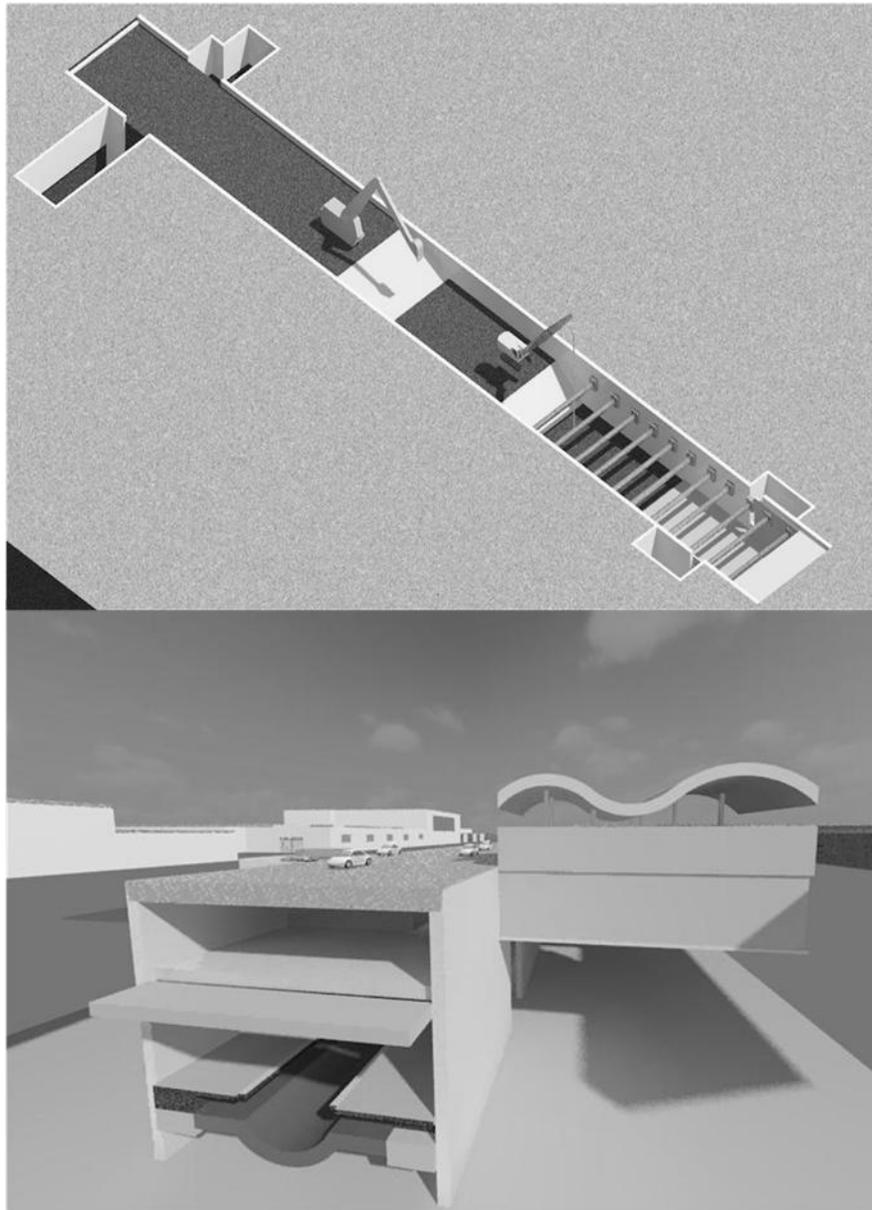


Figura. 3.2.9.; *Proceso de construcción de estación a cielo abierto y proyección de ella.*

3.2.4. Construcción Subterránea con Túnel.

En la solución subterránea con túnel, se empleara un escudo, un escudo es un cilindro de acero rígido abierto en ambos extremos, provee facilidades a su frente para excavación del terreno y en su parte posterior para la erección del revestimiento prefabricado (ver figuras 3.2.10. Y 3.2.11.). El escudo es impulsado hacia delante por pasos manteniendo simultaneidad con el avance de la excavación y el trabajo de erección del ademe primario, de manera que el frente quede bien soportado hasta que se cuele el revestimiento final. El procedimiento constructivo con escudo ofrece ventajas esenciales la excavación del túnel puede hacerse a sección completa, ofrecer el soporte constante al terreno en cualquier dirección, facilita el trabajo de construcción ya que no hay obras inducidas y evita deformaciones excesivas del terreno, reduciendo los asentamientos en la superficie.

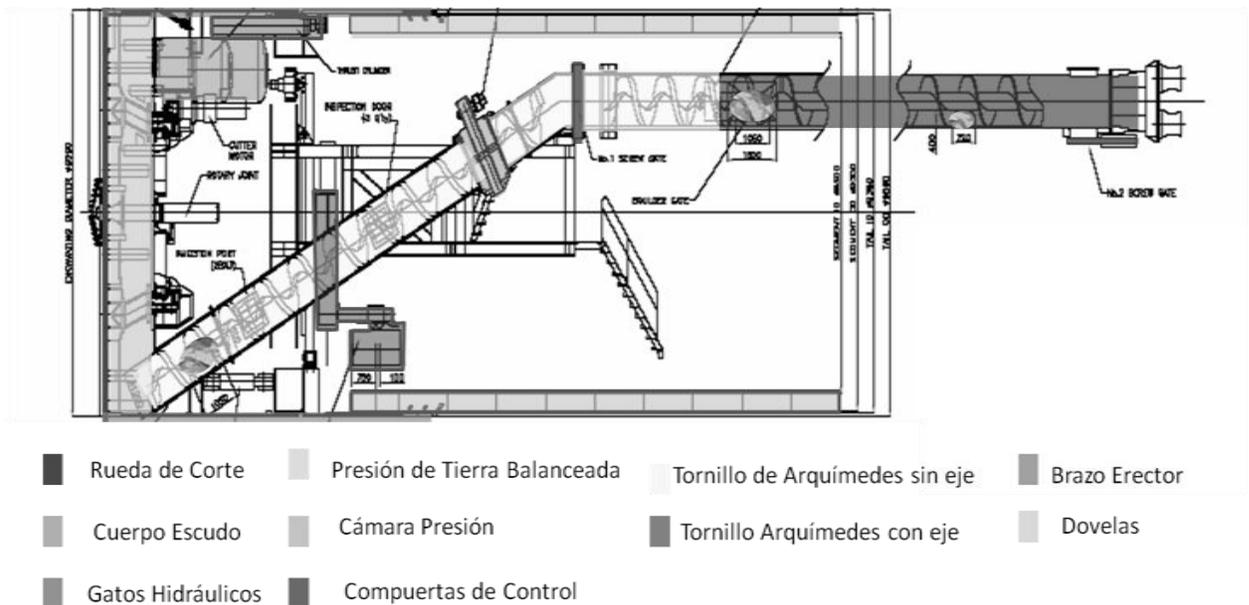


Figura. 3.2.10.; Escudo y sus componentes.

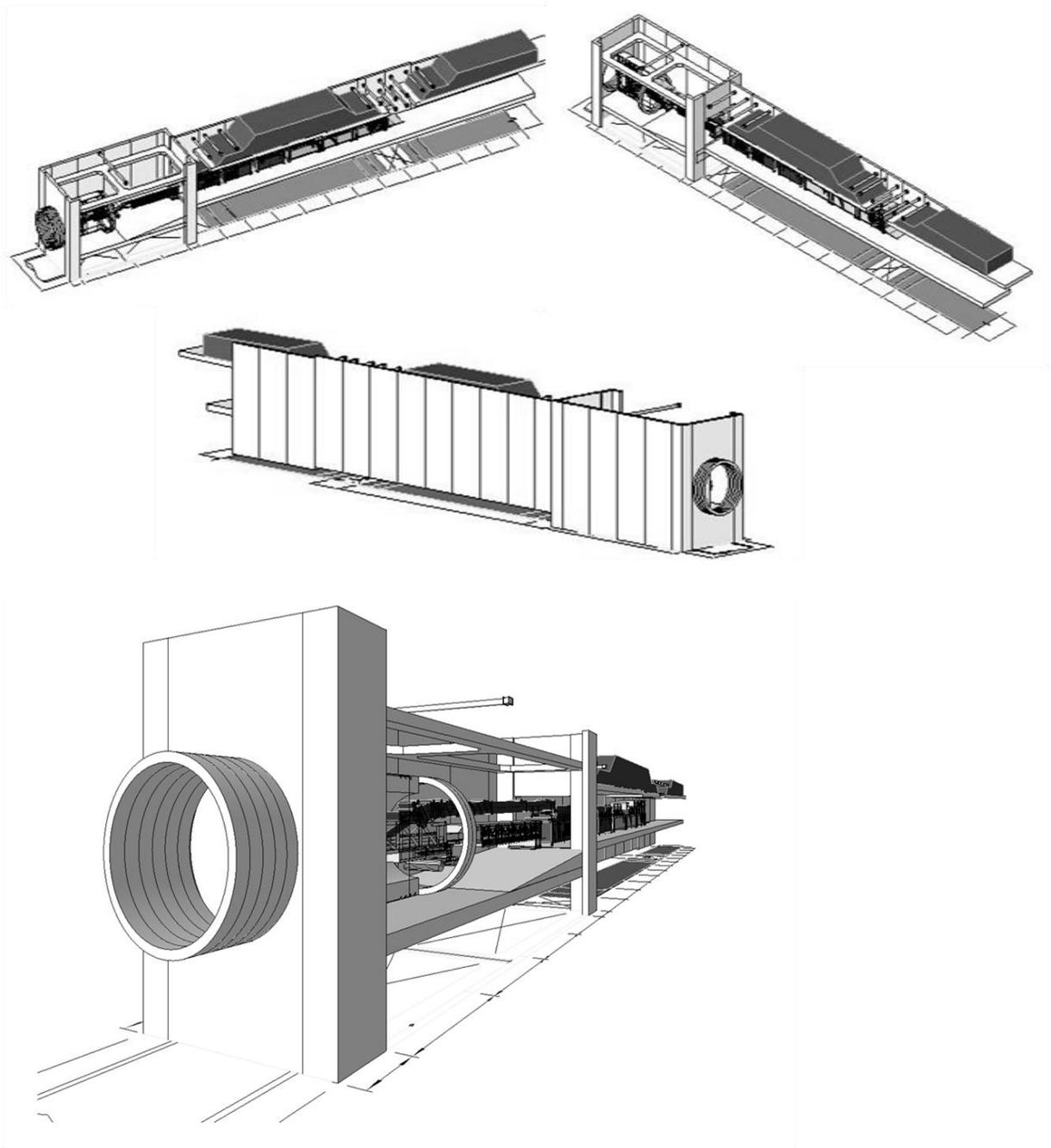


Figura. 3.2.11.; Vistas del escudo.

La excavación tiene lugar en el frente y con relación a la seguridad es la actividad más difícil en el tuneleo. La herramienta empleada para la excavación del frente, depende del grado de dureza del suelo, siendo común el uso de martillo neumático. Esta excavación se inicia al terminar un empuje del escudo y es simultánea a la colocación del último anillo. La estabilización del frente se logra a base de tableros de madera, que son detenidos por los gatos frontales. Una mampara en la parte posterior del escudo, que retiene el material producto de la excavación es bajada para permitir el acceso a una máquina rezagadora con banda transportadora. Esta deposita el material en botes o cajas especiales, que posteriormente se llevan con locomotoras a la lumbrera, donde son tomados por un malacate para que en superficie sean vaciados a una tolva y de ahí a camiones de volteo (ver figura. 3.2.12.). Terminando el avance se limpia la plantilla dentro del faldón del escudo para poder proceder al montaje del revestimiento primario (segmentos prefabricados de concreto reforzado, “dovelas” en la figura. 3.2.13. Se observa el elemento dovela y su montaje). Cada una de las piezas se instala por medio de un brazo erecto de accionamiento hidráulico montado en la parte posterior del escudo; dicho brazo erector puede girar alrededor de su eje horizontal a cualquier posición que se requiera y puede extenderse o retraerse en su extremo tiene un dispositivo especial para sujetar al segmento por instalar.

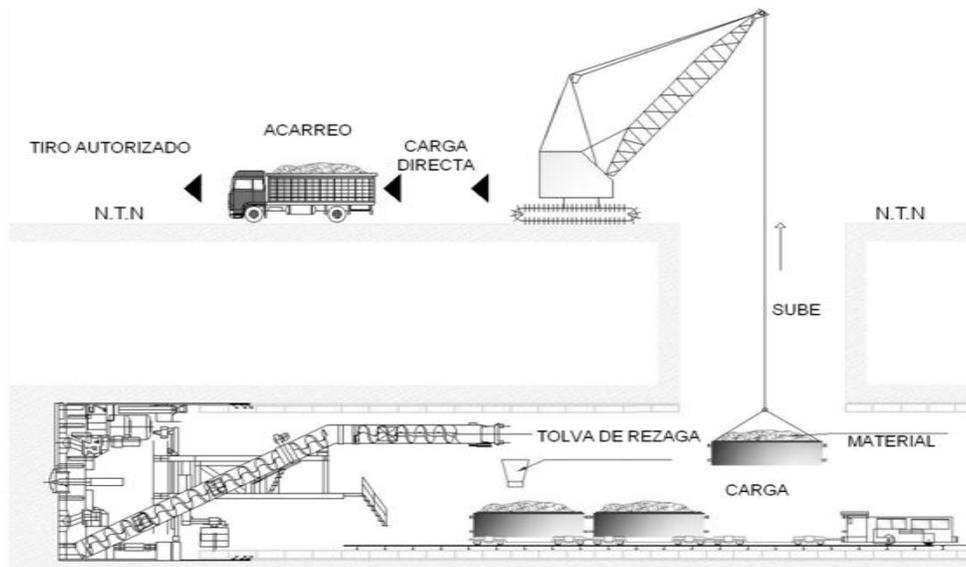


Figura. 3.2.12.; Extracción de material.

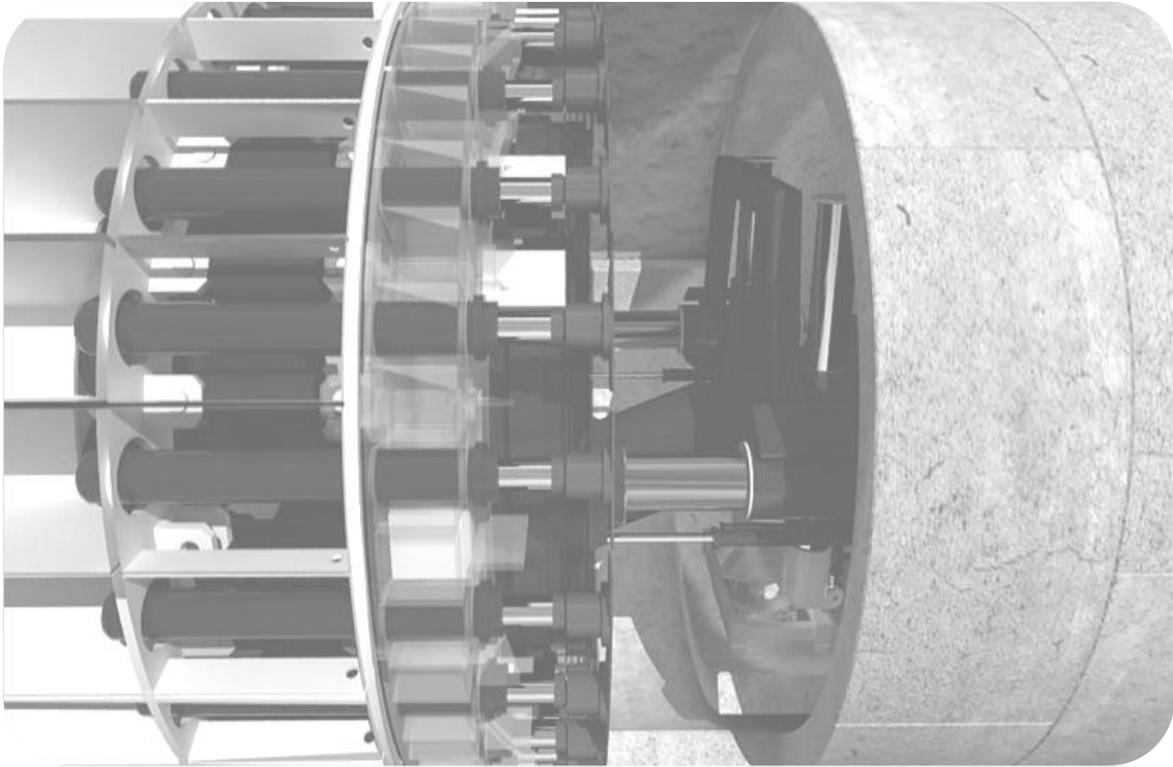


Figura. 3.2.13.; Elemento dovela y montaje de ésta.

A medida que el anillo se va ensamblando, los gatos de empuje se van retirando; a continuación se aprieta la tornillería que une los segmentos entre sí y con el anillo anterior. Terminado lo anterior se baja la compuerta de rezaga para iniciar otro ciclo. Los anillos ya montados tienden a adoptar una forma oval, y no circular como lo puede el proyecto, por lo que se hace necesario colocar un par de puntales dotados con gatos mecánicos para su ajuste; este apuntalamiento se conserva hasta después del inyectado de concreto simple entre el suelo y la dovela.

Los objetivos de la inyección son: establecer un relleno compacto, estabilizar el terreno circundante reduciendo la presión del suelo contra el ademe del túnel y que actúe como sello para el agua. En general si construimos debemos saber en donde construimos que construimos y como construimos.

3.3. PROCURACIÓN

La procuración consiste en administrar la adquisición de bienes y servicios. En cuestión de bienes garantizando cualitativa y cuantitativamente el suministro de los mismos, en tiempo, forma y con las mejores condiciones actuales del mercado (ver flujo operativo de compras figura 3.3.1).

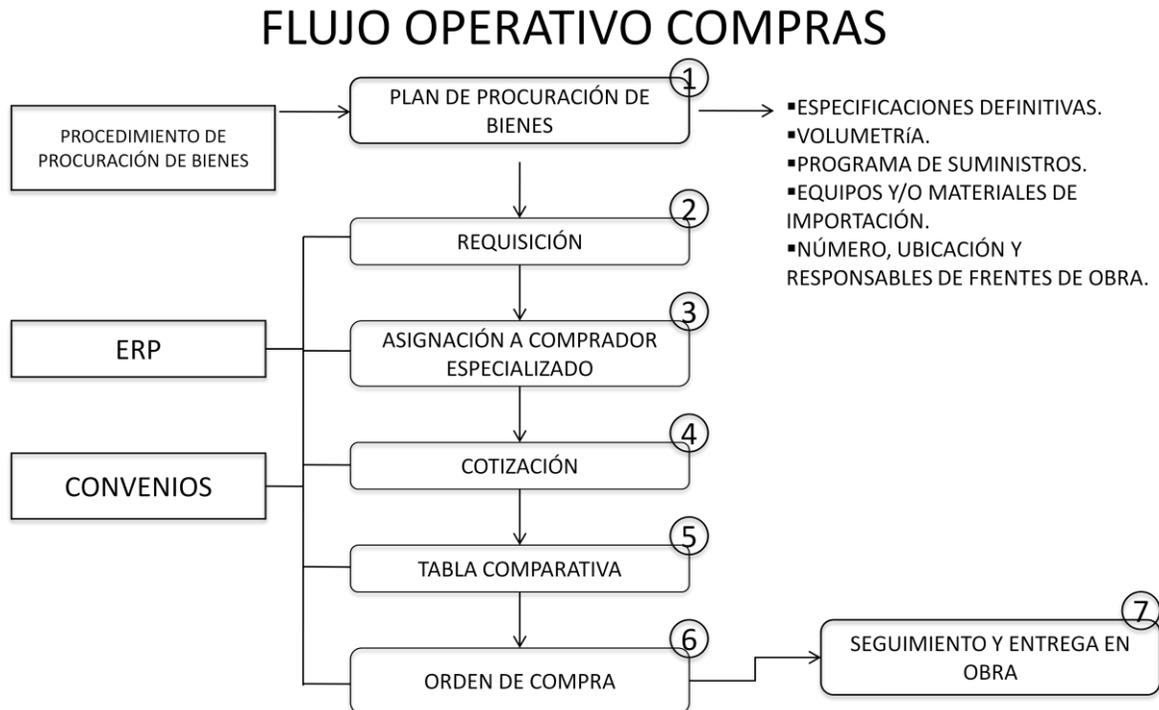


Figura.3.3.1. Flujo operativo de compras.

En cuanto a los servicios la subcontratación se procura la obtención de la mejor propuesta técnica y económica del mercado para poder satisfacer las necesidades a las que se enfrenta el proyecto (ver flujo operativo subcontratos figura 3.3.2).

FLUJO OPERATIVO SUBCONTRATOS

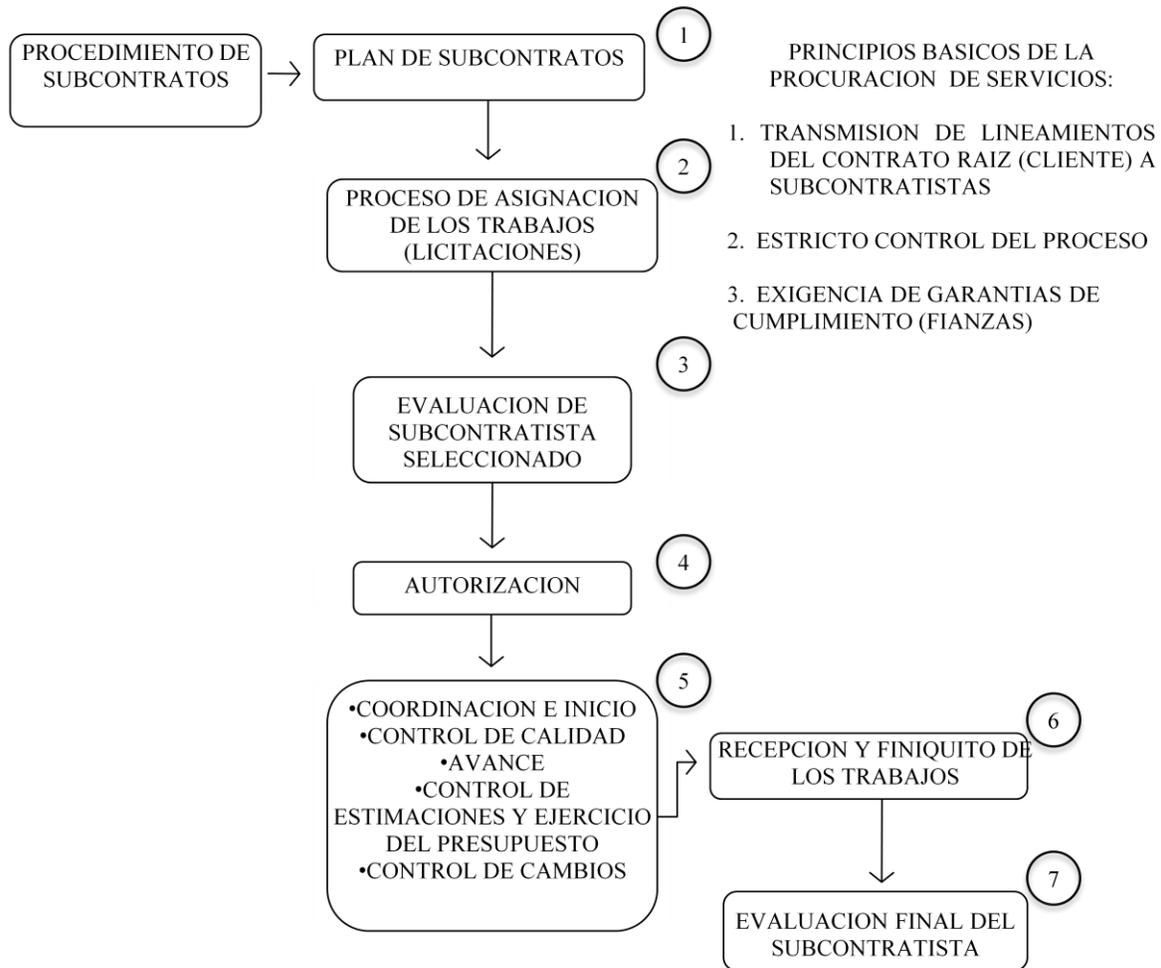


Figura.3.3.2. Flujo operativo subcontratos.

En los flujos operativos, debemos seguir, el orden con los números indicados para no perdernos y adquirir un bien o servicio según sea el caso lo mejor posible, para que se facilite el proceso de compra o contratación.

En seguida se definirán algunas palabras comúnmente empleadas en el área de procuración, como también se enunciarán abreviaturas:

- ❖ Proveedor. Persona moral o física que tiene a su cargo un contrato o pedido para el suministro de productos o materiales, comprometido a cumplir con las especificaciones, cantidades y plazo o programa de entrega de los mismos.
- ❖ Materiales básicos. Son aquellos materiales que por su importe forman el 80% de la explosión de insumos del proyecto.
- ❖ Materiales No - básicos. Son aquellos materiales que por su importe forman el 20% restante de la explosión de insumos del proyecto.
- ❖ Requisición de materiales. Documento basado en el Plan de Procuración de bienes (PPb) de donde se obtiene la lista de materiales a solicitar; especificando detalladamente los requisitos que debe cumplir, cantidades y fechas de suministro.
- ❖ Orden de compra o pedido. Documento basado en la requisición de materiales que se envía al proveedor, para solicitarle el suministro de algún material y en las que se establecen las condiciones comerciales, cantidad, fechas de entrega, y requisitos de calidad que deben cumplir para su aceptación en el almacén.
- ❖ Fianza. Es una garantía que busca asegurar el cumplimiento de una obligación, consiste en una garantía personal, en virtud de la cual se asegura el cumplimiento de una deuda u obligación mediante la existencia de un fiador. El fiador es una tercera persona ajena a la deuda que garantiza su cumplimiento comprometiéndose a cumplir él lo que el deudor no haya cumplido por sí mismo (deudor subsidiario).

Abreviaturas:

AO	Área Operativa
CTS	Coordinador Técnico del Servicio
GP	Gerencia de Proyecto
GPn	Gerencia de Procuración
RPP	Responsable de Procuración en el Proyecto, en fase de oferta o en ejecución del Proyecto
GO	Gerencia de Ofertas
JPO	Jefe de Proyecto de Oferta
JA	Jefe de Almacén
JC	Jefe de Compras
DP	Dirección de Proyecto
Sub DP	Subdirección de Proyecto
DA	Director administrativo
CM	Comprador
PV	Proveedor
JAD	Jefe Administrativo
SPy	Superintendente de Proyecto
CDO	Control de Documentos del Proyecto
AP	Administrador del Patrón
GAC	Gerencia de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente
DPBS	Dirección de Procuración de Bienes y Servicios
DO	Dirección de Operaciones
PPB	Plan de Procuración de Bienes
AS	Área Solicitante
ERP	Enterprise Resource Planning- Distribución y abastecimiento

3.3.1. Procedimiento de Procuración.

Un procedimiento de procuración nos establece la secuencia de actividades, responsabilidades, políticas, lineamientos y controles para la planeación, negociación y gestión (cotización, selección, asignación), de bienes, que aseguren el cumplimiento de requisitos de calidad, cantidad, tiempos de entrega y costos pactados (ver tabla 3.3.1.).

Acción	Responsable	Autoriza
Licitación Inicio		
El responsable de la GO al preparar al presupuesto para una licitación, solicita a la GPn, que se coticen todos los materiales básicos que intervienen en la licitación una vez determinada la explosión de insumos del concurso.	GO	GPn
Se identifican y listan todos los productos que por su importancia, costo o dificultad de obtención, requieren negociaciones, convenios específicos o especiales, siendo la DPBS la única autorizada para celebrar dichos convenios.	GPn	DPBS
La DO, la DP y la DPBS autorizan en conjunto la elaboración de convenios previos durante el proceso de conformación de ofertas.		DO DP DPBS
En caso de no existir convenios previos o preestablecidos ni negociaciones específicas del material se procederá a su autorización.	GPn	
Conforme se van recibiendo las cotizaciones solicitadas, éstas se entregan al responsable de la GO o al responsable del área licitante para ser integradas a la licitación correspondiente.	GPn	
Compras Inicio		
Una vez que se ha adjudicado el proyecto a la empresa, el RPP solicita al GP el Plan de Procuración de bienes (PPB) autorizado por el GP y el DP, el cual está basado en la explosión de insumos del Proyecto.	GP	GP
El PPB especifica los volúmenes y la cantidad a suministrar de cada material y el periodo en que se requieren.	RPP	DP
	GP	GP DP

La DPBS envía a la obra al inicio de cada proyecto al RPP y al GP, en archivo electrónico o copia controlada, los convenios vigentes para la compra de bienes y servicios.

DPBS

De acuerdo al PPB el almacén recibe las solicitudes de requisición de materiales emitidas por las AS de cada frente y/o departamento del proyecto debidamente autorizadas, las cuales son capturadas en el sistema ERP DAS y enviadas al RPP para su gestión

AS

RPP

GP

El RPP revisa que la requisición está debidamente configurada con las firmas correspondientes y que los materiales estén solicitados estén correctamente descritos y especificados.

RPP

Una vez aceptada la requisición por el RPP, éste la asigna a un comprador vía ERP DAS para iniciar el proceso de compra.

RPP

El comprador verifica en el patrón de proveedores si el material requisitado forma parte de algún convenio corporativo preestablecido. Si no hay convenio amparando el material requisitado se analiza la conveniencia de negociar alguno, a través de la Dirección de Procuración

CM

Una vez seleccionado el proveedor, el RPP procede a la elaboración de la orden de compra. En el caso de que dicha orden de compra sea superior a \$500,000.00, deberá ser turnada para su autorización según matriz de autorización vigente.

RPP

En el caso de la que la compra sea menor de \$500,000.00 el RPP puede liberar la orden de compra a través del sistema ERP DAS.

RPP

Una vez que la orden de compra es autorizada, el comprador procede a entregarla al proveedor.

CM

En caso de que el proveedor solicite anticipo para el suministro de la orden de compra, éste debe de entregar junto con la factura, la fianza que respalde el pago de dicho anticipo, el cual se amortizará en la(s) factura(s) subsecuentes, la fianza estará vigente hasta que se amortice el total del anticipo.

RPP

El RPP debe informar a la DPBS en todos los casos en los cuales el proveedor solicite anticipo.

RPP

El comprador dar seguimiento a cada una de las órdenes de compra que le fueron asignadas por el RPP para su cumplimiento según términos estipulados en la orden de compra.

CM

El comprador verifica mediante el sistema ERP que se haya recibido el material en cantidad, calidad y tiempo especificados en la orden de compra.

RPP

GP

GPn

Cuando los materiales sean extranjeros se solicitara al área de importaciones y exportaciones de la DPBS que se haga el trámite correspondiente.

DPBS

Cuando el material sea de alguna marca específica por el proyecto y la compra se realice con el fabricante, ésta quedara exenta del cuadro comparativo.

Cuando se trate de distribuidores, si se debe elaborar el cuadro comparativo.

Tabla 3.3.1. Procedimiento para llevar a cabo la administración de bienes.

A continuación en la figura 3.3.3. Se muestra el organigrama para poder llevar a cabo la serie de actividades correspondientes a la procuración.

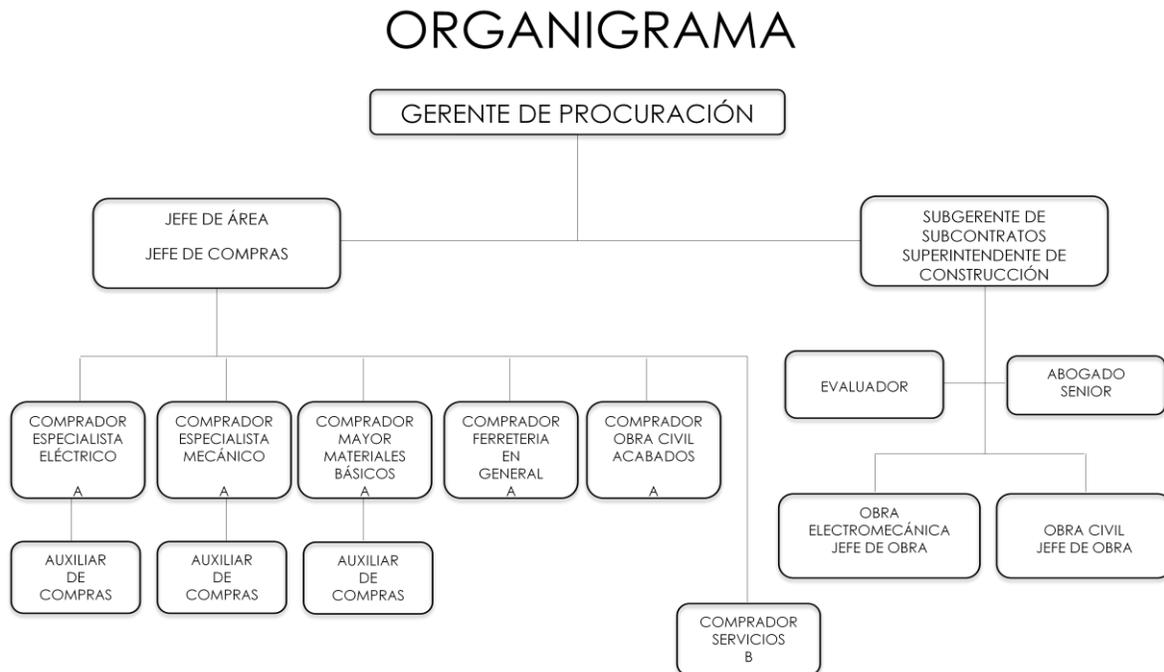


Figura. 3.3.3. Organigrama de Procuración.

La gerencia de procuración, es de suma importancia dentro del proyecto de la línea doce, ya que ella resolverá gran parte del trabajo, al proporcionar y poner en el área de trabajo la disposición de insumos de acuerdo a la necesidad que se va requiriendo de acuerdo al avance y la ejecución de los trabajos, para así emplearlos de manera satisfactoria.

3.4. PUESTA EN OPERACIÓN

La línea 12 se construirá bajo el esquema de obra pública tradicional, iniciará construcción inmediatamente y deberá concluirse en abril de 2012. El proyecto contempla la construcción de una nueva línea del transporte colectivo, con una longitud de 24,826 metros que unirá el oriente con el poniente de la ciudad de México de Tláhuac a Mixcoac. La construcción se realizará en dos etapas, la primera de la estación Tláhuac a Atlalilco y será puesta en servicio el 30 de abril de 2011; y la segunda etapa correrá de Atlalilco a Mixcoac y se pondrá en operación el 30 de abril de 2012 (ver anexo II).

Para la puesta en operación es necesario que semanas antes de ésta se cuenten ya con manuales de operación, de mantenimiento, catalogo de partes, un listado de componentes, licencias de cualquier software que se tenga que emplear para operar los diferentes sistemas involucrados como los de pilotaje automático, señalización y de telecomunicaciones. Además de las distintas pruebas.

3.4.1. Pruebas.

La nueva línea del metro requerirá pruebas que permitirán la detección de las deficiencias con las que se cuentan y poder darles solución. Las más comunes se enlistan a continuación.

- ❖ Pruebas de Conformidad. Las cuales cuyo objetivo es verificar la calidad de las instalaciones involucradas (centro de comunicaciones, subestaciones de alumbrado y fuerza, la sala de control de energía de la SEAT, las vías, trenes etc.).
- ❖ Pruebas estáticas. Las cuales cuyo objetivo es de verificar el sistema eléctrico como su continuidad en el cableado y mediciones eléctricas en las diferentes instalaciones de la línea.

- ❖ Pruebas de la red de comunicaciones. El objetivo de estas pruebas es tanto para verificar su correcta funcionalidad como para dar paso a las pruebas dinámicas. Las pruebas consisten en verificar el funcionamiento y desempeño de las redes de área local virtuales (VLANs).
- ❖ Pruebas Dinámicas. Con este tipo de pruebas se identifica el funcionamiento de los diferentes sistemas en situaciones reales, por lo tanto los trenes se encuentran en circulación.

Se pondrá en operación para realizar observaciones siendo esta en vacío, es decir, antes de dar el servicio comercial para que se permita comprobar el correcto funcionamiento de las instalaciones y poder ajustarlas en caso que existiese una deficiencia. A su vez capacitar al personal que iniciara a laborar ya sea el de operación o de mantenimiento.

Posterior al periodo de observación y habiéndose efectuado satisfactoriamente, se procederá a tener en condiciones deseadas de operación la nueva línea 12 del metro de la Ciudad de México, para su puesta en operación al público en general.