Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura
Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil

PROYECTO:
RESCATE MINA PASTA DE CONCHOS, COAHUILA, MÉXICO

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:

" RAMPAS ACCESO, GALERÍAS DE APROXIMACIÓN Y TÚNELES DE CONEXIÓN EN LA MINA PASTA DE CONCHOS "

1. CONTENIDO

1 Antecedentes 5
2 Localización 5
3 Descripción general de las obras a realizar 7
3.1 Trabajos a realizar 7
3.2 Excavación de rampas, túneles y galerías. 7
3.3 Sistema Eléctrico 9
3.4 Datos Principales del Proyecto 11
4 Descripción de las condiciones generales del sitio 12
4.1 Hidrología 12
4.2 Hidrogeología 13
4.3 Geología 19
4.3.1 Unidades litológicas en el área de estudio 19
4.3.2 Pruebas de permeabilidad 26
4.4 Caracterización Geofísica 28
4.4.1 Modelo Geofísico 28
4.4.2 Análisis e interpretación secciones 30
4.5 Marco Sismotectónico en torno al sitio de estudio 32
4.5.1 Sismicidad en torno al sitio de estudio 32
4.5.2 Modelos de valores de aceleración contra profundidad 33
4.6 Caracterización geotécnica. 34
4.6.1 Clasificación Geomecánica de los materiales 38
4.6.2 Tratamientos a la roca 39
5 ALCANCE 40
5.1 General 40
5.1.1 Aspectos técnicos relevantes por considerar por los Concursantes 43
5.1.2 Consideraciones Particulares de la parte de Precios Unitarios 45
5.2 Obras civiles 49

5.2.1 Portal de entrada. 49
5.2.2 Túneles o rampas de Acceso y Ventilación. 49
5.2.3 Galerías de aproximación. 50
5.2.4 Galerías de conexión. 50
5.2.5 Escombrera o banco de tiro. 50
5.2.6 Suministro de equipo para inspección de galerías 51
5.3 Obras electromecánicas 52
5.3.1 Sistema de Ventilación Principal 52
5.3.2 Instalaciones eléctricas 52
5.3.3 Sistema de bombeo y tratamiento de agua de galerías existentes. 61
5.4 Sistema de Auscultación 61
5.5 Obras asociadas 63
5.5.1 Vialidades 63
5.5.2 Sistema de bombeo en portal, túneles y galerías. 64
5.5.3 Instalaciones definitivas 64
5.5.4 Alumbrado y señalización 64
5.5.5 Limpieza, drenaje y servicios 65
6 ALCANCE E INTEGRACIÓN Y FORMA DE PAGO DE PRECIOS UNITARIOS Y PRECIO ALZADO 65
6.1 PRECIO UNITARIO: 65
6.2 PRECIO ALZADO: 65
7 INFORMACIÓN REQUERIDA DESPUÉS DE LA FIRMA DEL CONTRATO 67
7.1 Generalidades 67
7.2 Ingeniería 70
7.3 Programas 73
7.4 Construcción y montaje 75
7.5 Puesta en servicio 76
7.6 Pruebas de fabrica 77
7.7 Manual de operación y mantenimiento 77
7.8 Manual del Proyecto 78
7.9 Libro Final de Documentos 79

8 SUPERVISIÓN 79
8.1 Supervisión técnica de la calidad de la Ingeniería y diseño 80
8.2 Supervisión durante la fabricación de los equipos 80
8.3 Supervisión técnica de la calidad de la construcción y montaje de equipo 80
8.4 Supervisión técnica de los equipos y Materiales 81
8.5 Supervisión de la puesta en servicio 81
9 SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN Y SUS PROCESOS 82
9.1 Documentación relativa a los Sistemas que proporcionará la Comisión 83
9.1.1 Sistema de Gestión Ambiental 83
9.1.2 Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo 83
10 PROTECCIÓN AMBIENTAL 84
11 DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO 86

1 ANTECEDENTES

El 19 de febrero del año 2006 ocurrió una explosión de metano y polvo de carbón en la Mina Pasta de Conchos, que afectó a 79 mineros de los cuales 14 fueron rescatados con vida, se recuperaron dos cadáveres y 63 quedaron sepultados en las galerías subterráneas.

Después de los intentos de rescate en 2006 y 2007, en junio de 2010, Industria Minera México (IMMSA) procedió a sellar todas las entradas a la mina conforme a la norma MSHA120-75.336.1.07.010 de la “Mine Safety and Health Administration”.

El 1° de mayo de 2019, el presidente de la República aprobó el rescate de los restos de los 63 mineros y propuso elaborar el **“Plan Integral para la Reparación y la Justicia en Pasta de Conchos”** y, para realizar este proyecto, comisionó a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

El 14 de septiembre de 2020, la CFE recibe indicaciones de hacerse cargo de los trabajos para el rescate de los mineros. Por lo cual, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), firmaron el Acta de entrega de documentación y estudios técnicos relacionados con el rescate de la mina Pasta de Conchos.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) desarrolló los estudios de la ingeniería básica y de detalle de las obras para el rescate en la Unidad Minera de Pasta de Conchos, obteniendo información con métodos de exploración directa e indirecta para la integración de un modelo geotécnico.

Una de las etapas en las que se desarrollarán los trabajos para el acceso a la mina, consiste en la construcción de dos lumbreras que servirán tanto para acceso, como para ventilación del resto de obras subterráneas, necesarias para atender la tarea encomendada a la CFE. El presente documento describe de manera general estos trabajos objeto del presente concurso.

2 LOCALIZACIÓN

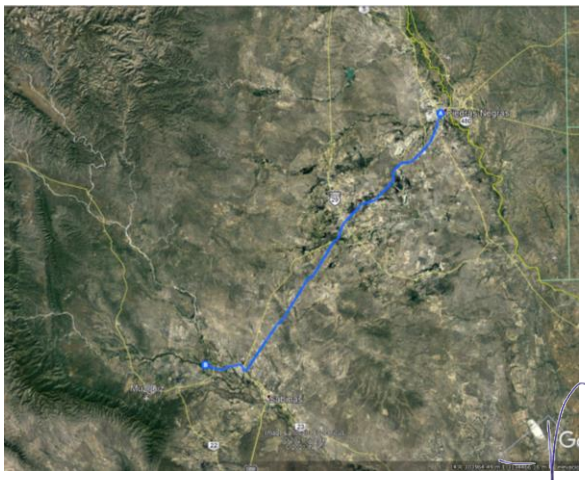
La Mina 8 de la Unidad Pasta de Conchos se ubica en el estado de Coahuila, en la porción NE, sobre la Cuenca Carbonífera de Sabinas, aproximadamente a 11.5 km al oeste del poblado de Nueva Rosita, en la jurisdicción municipal de San Juan de Sabinas (figura 1). Los trabajos objeto del presente concurso se ubican en las intersecciones de las coordenadas UTM 270,569.503 E y 3’094,086.092 N para la lumbrera PCT-1 y 270,679.194 E y 3’093,576.256 N para la lumbrera PCT-2.

Figura 1 Localización de la mina Pasta de Conchos, Coahuila.

Vías de comunicación

Para llegar a la mina Pasta de Conchos desde la ciudad de Monclova, Coahuila, se toma la carretera federal No. 57 (Monclova – Sabinas) recorriendo 115,6 km después girar a la izquierda hacia Francisco I. Madero por 11,8 km posteriormente girar a la izquierda por el libramiento a la carretera federal No. 53 durante 11,8 km en la rotonda tomar la primera salida para incorporarse a la carretera federal No. 53 y después de 3,5 km se encuentra el acceso principal a la mina Pasta de Conchos.

Otra vía de acceso a la mina es a partir de la ciudad de Piedras Negras, para lo cual se debe tomar la carretera federal No. 57 Piedras Negras – Nava por aproximadamente 52 km tomar la desviación a la carretera federal No. 57 Allende – Nueva Rosita por 7,5 km, posteriormente dirigirse por la autopista Premier Allende – Nueva Rosita por 52 km, de este punto incorporarse a la carretera federal No. 57 Nueva Rosita – Allende y después de 1,8 km se toma el libramiento de Nueva Rosita, después de 4 km en la rotonda tomar la primera salida para incorporarse a la carretera federa No. 53 y después de 3,5 km se encuentra el acceso principal a la mina Pasta de Conchos.



(a) (b)

Figura 2 Vías de acceso a la mina desde las ciudades de Monclova (a) y Piedras Negras (b).

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS A REALIZAR

3.1 Trabajos a realizar

El proyecto para realizar el rescate de los restos de los mineros se basa en un sistema de lumbreras, túneles o galerías, tal como se indica en los planos del proyecto. El objeto del presente concurso contempla, en términos generales, la construcción de rampas de acceso, galerías de aproximación y túneles de conexión a las galerías mineras siniestradas, que se localizan a una profundidad media de 150m, así como el suministro e instalación de los sistemas eléctricos para alimentación en interior de mina, y del sistema de ventilación principal.

3.2 Excavación de rampas, túneles y galerías.

El proyecto de excavaciones inicia con un portal de entrada el cual inicia en la elevación 387,70 msnm, tiene un ancho de plantilla de 26,50 m con una pendiente de 10 grados (17,633%) y un desarrollo de 60,00 m, los taludes del portal propuestos tienen una pendiente de 0,5:1.

Partiendo de este portal, se iniciará el desarrollo de los túneles o rampas de acceso principal y ventilación, los cuales inician a la elevación 377,06 msnm, consistentes en dos excavaciones subterráneas paralelas que permiten descender hasta la elevación 255,00 msnm, el túnel de acceso tiene una sección libre de 5,00 m de ancho y una altura libre de 4,50 m, por su parte el de ventilación tiene un ancho de 4,00 m y 4,00 m de altura en su sección libre, ambos túneles con una pendiente de 10 grados (17,633%), por lo cual el desarrollo total de dichas excavaciones es de aproximadamente 700 m cada una. A lo largo de su desarrollo se construirán 5 galerías o túneles crucero, que permiten establecer un circuito de ventilación de aire limpio al interior de las excavaciones.

Una vez que las rampas llegan a la elevación 255,00 msnm se continúan con las mismas secciones transversales hasta la conexión con la lumbrera de acceso y ventilación PCT-2 (objeto de otro contrato). Para acercarse a la obra siniestrada se construirán galerías de aproximación, las cuales tienen una sección libre de 5,00 m x 3,50 m, y permiten la aproximación tanto a las lumbreras de acceso y ventilación como a las galerías de conexión; este sistema de galerías de aproximación contarán con galerías crucero para permitir establecer los circuitos de ventilación al interior del sistema de galerías en los

diferentes frentes de trabajo, las dimensiones de las galerías crucero son 5,00 m x 3,50 m de sección libre.

Cabe señalar que las galerías de aproximación constan de 3 ramales, con las características indicadas en el párrafo anterior, como se observa en la figura 3. El punto de acceso y partida al ramal 1 poniente, será a través de la rampa de acceso, mientras que para la construcción del ramal 2 oriente podrá acceder a través de la rampa de acceso, o bien a través de la lumbrera PCT-1; finalmente para el ramal 3 poniente el acceso inicial será a través de la lumbrera PCT-2, hasta que se pueda conectar con el túnel de aproximación. Las lumbreras PCT-1 y PCT-2 son objeto de otro contrato y se estima que las mismas estarán disponibles 12 meses posteriores al inicio de los trabajos objeto del presente contrato, y contarán con una ventana de acceso, así como una grúa pórtico de 20 T para auxiliar en las maniobras de acceso y rezaga

Finalmente, partiendo de las galerías de aproximación se construirán las galerías de conexión, con una sección libre de 4,00 m x 3,50 m, estas galerías de conexión llegarán a una distancia aproximada de 10 m antes de conectar con las galerías siniestradas, con el fin de contar con un pilar seguro antes de esta conexión y con ello estar en condiciones de llevar a cabo tanto una exploración de las condiciones geotécnicas de este frente, así como poder definir y llevar a cabo un proceso de desgasificación, con lo cual se pueda establecer el procedimiento de acceso a las galerías siniestradas su inspección y búsqueda de restos, quedando estas últimas actividades fuera del alcance de este contrato.

La distancia de acercamiento de las galerías de conexión deberá ser corroborada por el Contratista y la Comisión en función de los resultados de las inspecciones que se realicen. Con la construcción de estas galerías de aproximación y la exploración geotécnica concluye el alcance del presente concurso. En la *Figura 3* se muestra la de las obras objeto del presente concurso.

Además de todo el sistema de galerías que permitirán realizar el rescate, en la superficie se desarrollan obras asociadas y complementarias al proyecto principal, tal como lo son: sistema de ventilación artificial, sistema de drenaje y plantas de tratamiento de aguas, caminos de construcción y acceso, escombrera, línea de media tensión, equipamientos electromecánicos, subestaciones, campamentos y oficinas

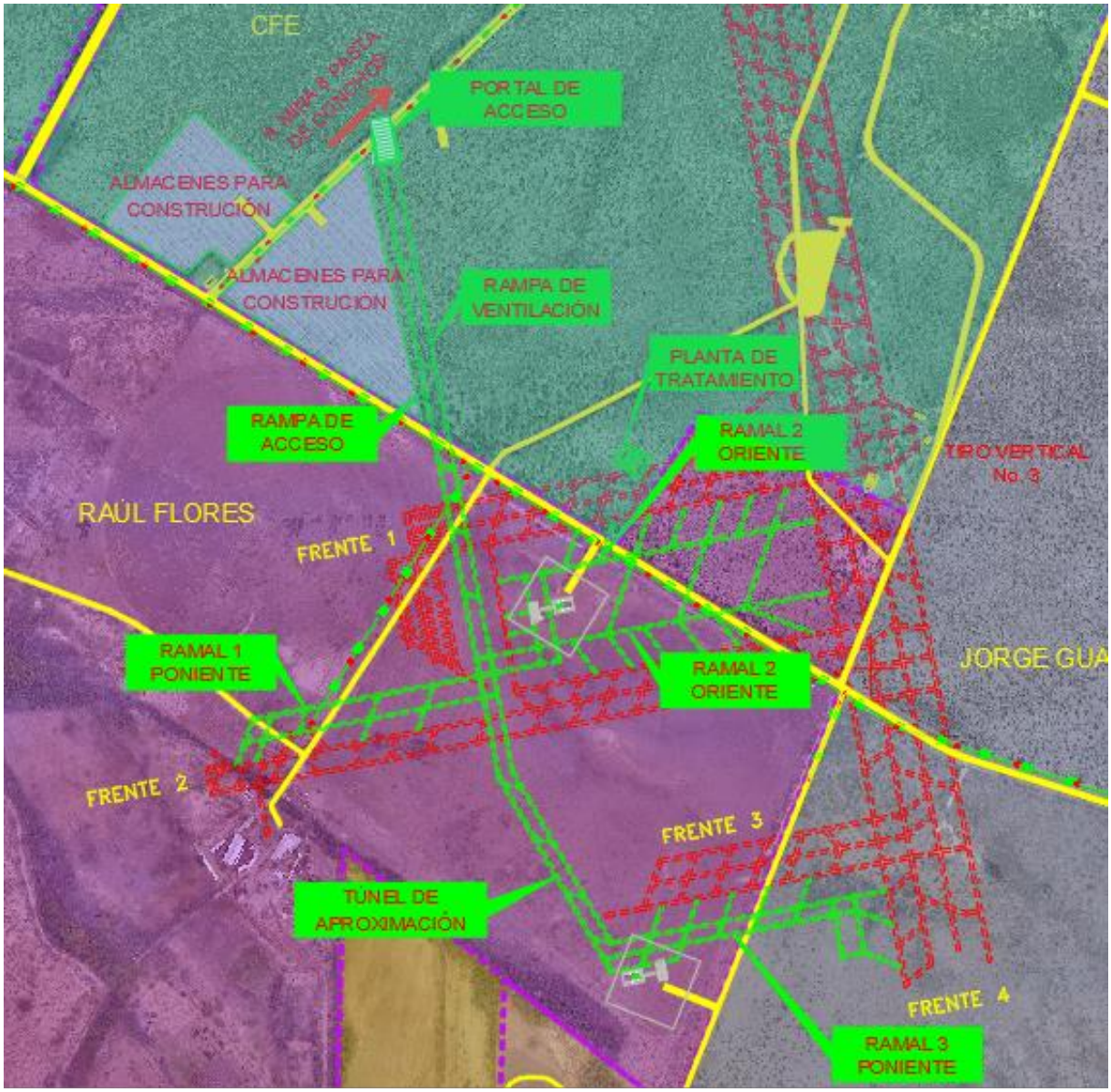


Figura 3 Ubicación de lumbreras PCT-1 y PCT-2.

3.3 Sistema Eléctrico

En términos generales la alimentación eléctrica del proyecto integral consiste en 3 acometidas nuevas e independientes, a partir de derivaciones de la línea eléctrica primaria existente en 34.5 kV de CFE Distribución, y a partir de estas acometidas se contempla la implementación de un sistema de distribución en superficie y una alimentación eléctrica al interior de los túneles y galerías, concluyendo con subestaciones a prueba de explosión en el interior de mina para alimentación de los equipos de excavación, equipos de rezaga, instalaciones de apoyo (iluminación,

ventilación, bombeo, etc.). Dos de las 3 acometidas y sistemas de distribución (exterior e interior) corresponden a las lumbreras PCT-1 y PCT-2, por lo cual no son objeto del presente concurso. La tercera acometida y sistema de distribución, objeto del presente contrato, partirá de la zona del portal y rampas de acceso, toda vez que la funcionalidad de este proyecto además de asociarse al rescate en su zona de influencia, tiene la particularidad de ser el principal medio de rezaga de material por la rampa, así como de los circuitos de ventilación. La ubicación de la subestación y la línea de distribución de acometida, se muestran como referencia en el plano PAS-PN-0A-038.

Con la finalidad de clarificar la utilización de la subestación y el sistema eléctrico asociado a los trabajos en portal de acceso y rampa, a continuación, se muestra la zona de influencia de apoyo de esta infraestructura.

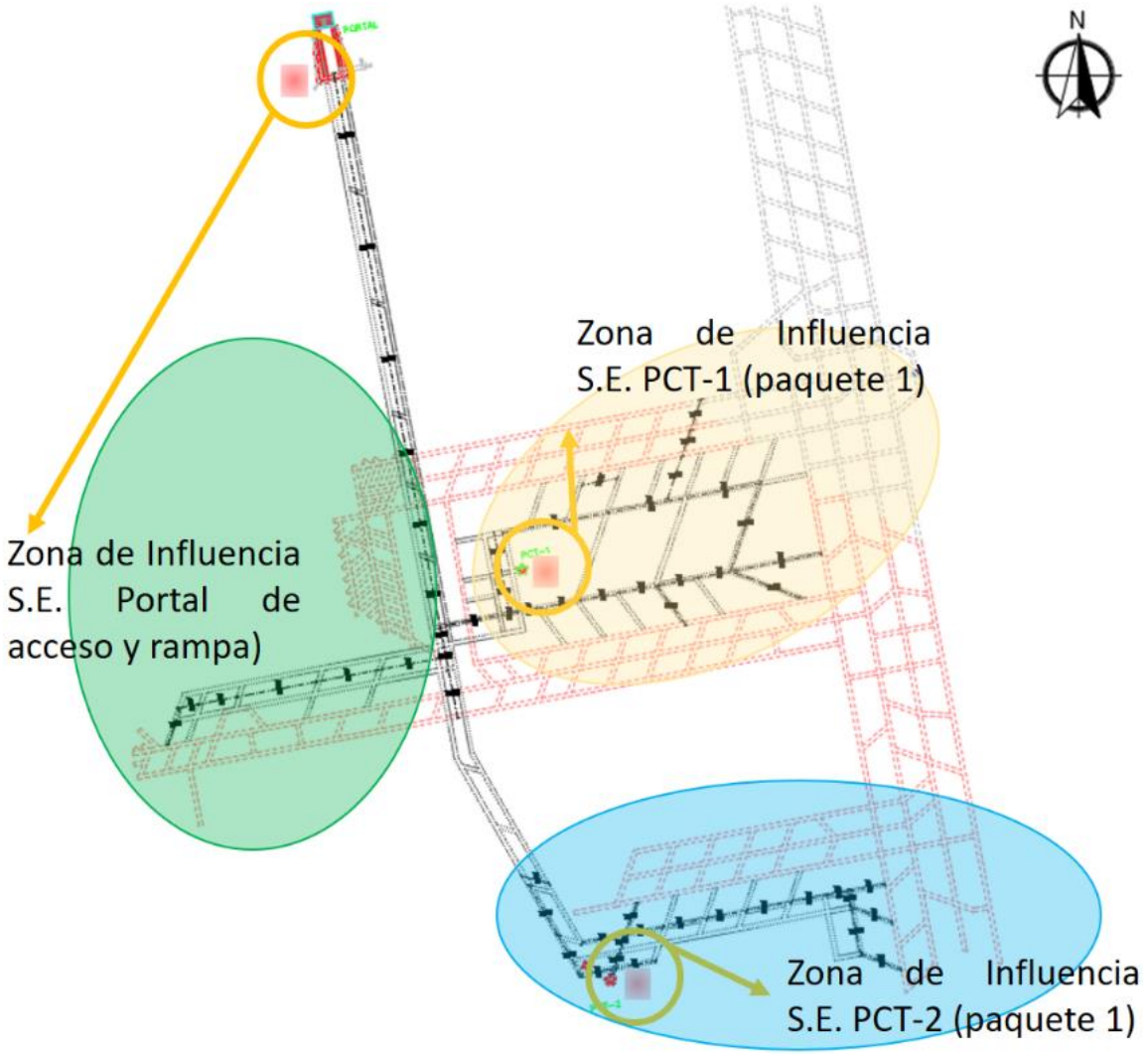


Figura 4 Zona de influencia de utilización de subestaciones en interior.

3.4 Datos Principales del Proyecto

1	LOCALIZACIÓN		
Estado	Coahuila		
Municipio	San Juan de Sabinas		
Coordenadas geográficas	27° 53' - 24° 32' latitud Norte y 102° 51' - 103° 58' longitud Oeste. Geográficamente se posiciona en la intersección de las coordenadas UTM 270,953 E y 3'095,639 N.		
2	**PORTAL DE ACCESO**	**DATO**	**UNIDAD**
	Altura de portal	10	m
	Longitud	60	m
	Ancho de excavación	26,50	msnm
	Taludes de excavación	0,15	m
3	**RAMPA DE ACCESO**	**DATO**	**UNIDAD**
	Longitud	693	m
	Ancho libre	5,00	m
	Altura Libre	4,50	m
	Pendiente	10	°
4	**RAMPA DE VENTILACION**	**DATO**	**UNIDAD**
	Longitud	693	m
	Ancho Libre	4,00	m
	Altura Libre	4,00	m
	Pendiente	10	°
6	**GALERÍAS DE APROXIMACIÓN**	**DATO**	**UNIDAD**
	Ancho Libre	5,00	m
	Altura Libre	3,50	m
7	**GALERIAS DE CONEXIÓN**	**DATO**	**UNIDAD**
	Ancho Libre	4,00	m
	Altura Libre	3,50	m
8	**SISTEMA DE VENTILACIÓN**		
	Frecuencia	60	Hz
	Gasto de aire de diseño/ frente (aproximado)	20	m^3/s
	Dimensiones de galería de ventilación (ancho/alto)	4,0/3,00	m
	Material de tubería	Acero	
9	**SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y TRATAMIENTO DE AGUA DE GALERÍAS EXISTENTES**		
	Número de plantas de tratamiento	1	

Volumen total a drenar	200 000,00	m^3
Tiempo requerido de drenado	12	meses

4 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES GENERALES DEL SITIO.

En los siguientes apartados se indican de manera resumida las condiciones del entorno, acorde a los estudios realizados por CFE. Anexo a este documento y especificaciones se anexan los informes realizados

4.1 Hidrología

Como rasgos hidrográficos de la zona de estudio, se tiene que ésta es flanqueada al norte y sur por dos corrientes de tipo perenne e intermitente; el río Álamos o mejor conocido como “El Coyote” y el río Sabinas, respectivamente. Se le refiere como río Álamos por las referencias cartográficas, sin embargo, localmente se le conoce también como El Coyote, debido a que se encuentra en el ejido del Coyote.

La zona de estudio se encuentra en la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos, Cuenca Presa Falcón-Río Salado y Subcuenca Río Álamos y Río Sabinas (conforme a la regionalización hidrológica definida por la Comisión Nacional del Agua, CONAGUA 2018).

Los escurrimientos superficiales (El Coyote y Sabinas) fluyen en dirección sureste y se unen a la altura del poblado de Cloete, para formar un solo escurrimiento denominado río Sabinas.
El clima que predomina en el municipio de San Juan de Sabinas y específicamente en la zona donde se localiza el área de estudio se clasifica como “Seco semicalido” (clasificación climatológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI)”.

En la zona la temperatura media anual es de 20.40 °C, la evaporación total de 1840.70 mm y una precipitación media anual de 422,70 mm, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre. De los datos observados (estación climatológica Conchos, perteneciente a la red de observación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), localizada en el municipio de San Juan de Sabinas, con un período de observación de 59 años (1951 a 2010)) se apreció que la precipitación registró un valor máximo mensual de 481 mm y un máximo diario de 213 mm, ambos valores en el mes de julio del año de 1976.

La temperatura mínima corresponde al mes de enero con 10,60 °C y la máxima al mes de julio con 28,4 °C. Respecto a la evaporación total, el valor máximo se registra en julio con 230,30 mm y el mínimo de 74,20 mm en el mes de diciembre. Los vientos predominantes tienen dirección noroeste con velocidad de 10 km/hr y la frecuencia de heladas es de 0 a 2 días y granizadas de uno a dos días.

4.2 Hidrogeología

Como parte de las actividades del estudio hidrogeológico, se realizó el reconocimiento del sitio (área cubierta de 25 km2), que permitió la identificación de obras hidráulicas (pozos, norias, obras de captación de agua, obras de toma en ríos, etc.) ubicadas en la zona de interés y su entorno.

El agua subterránea en la zona de reconocimiento se emplea, en mayor parte, para uso agrícola y ganadero (78 %), en menor proporción uso doméstico (10 %). El agua del río Sabinas se emplea para uso agrícola y la del río El Coyote el uso es agrícola, ganadero e industrial (Lavadora).

En la zona se identifican las Unidades Hidrogeológicas constituidas por: *Materiales Granulares de Baja permeabilidad (GBP)*. Compuesta por materiales granulares no consolidados (arcillas y limos que forman parte de los suelos residuales -Qsr-). *Materiales Granulares permeables (GP)*.- Integra los materiales granulares no consolidados compuestos por gravas y arenas (aluviales -Qal-). Fragmentos subangulosos y redondeados de tamaños variables. *Rocas Semipermeables (RSP).-* Unidad constituida por: Conglomerado Sabinas, Lutitas, limolitas y areniscas (Formación Olmos), que presentan un fracturamiento de moderado a intenso en contacto con la Formación Sabinas a la que subyace y Roca alterada del Carbón (fracturamiento de moderado a intenso). *Rocas impermeables (RI)*.- formada por las rocas sanas y masivas de la Formación Olmos. Lutitas, limolitas y areniscas de buena calidad (son el basamento del acuífero alojado en el conglomerado Sabinas y en el aluvión). *Zonas de baja Permeabilidad (ZBP)*.- Esta unidad considera, únicamente, las zonas de la Formación Olmos, incluyendo las rocas de carbón y la lutita carbonosa, que registran o poseen permeabilidad secundaria (permeabilidad asociada a planos de fracturas, fallas o estratificación) y que permiten el almacenamiento y circulación del agua subterránea en forma puntual (zonas saturadas aisladas y en medios fracturados de bajo a nulo rendimiento).

No obstante que, las rocas de la unidad ZBP presentan cierto grado de fracturamiento, éste comúnmente se encuentra sellado, o bien no existe separación suficiente para

permitir la circulación del agua con facilidad y dar a esta roca el carácter de acuífero. La distribución de esta unidad obedece al arreglo y condiciones de las discontinuidades en el sitio, en donde frecuentemente el contacto roca-roca es cerrado.

Para una mejor comprensión del funcionamiento hidrogeológico se distinguen tres zonas:

Zona del acuítardo: Su comportamiento (almacenamiento hidráulico) se asocia a la variación del espesor de material granular no consolidado constituido por arcillas y limos (suelo residual, Qsr), su recarga es directa de la precipitación, la cual una vez saturado el medio genera escurrimientos superficiales que fluyen acorde al relieve topográfico y de forma significativa en dirección y descarga a los ríos El coyote (al norte) y Sabinas (al sur) contribuyendo, previamente, a la recarga del acuífero libre.

Zona del acuífero libre (Acuífero Mina Pasta de Conchos): Este acuífero se aloja en el aluvión (Qal), en el conglomerado Sabinas (TplCgo) y en la zona de contacto y alterada de la Formación Olmos (KmLu-Ar). Su recarga es producto de la combinación del flujo subterráneo que aportan los ríos (Sabinas y El Coyote) y de la precipitación (agua que cede el acuitardo que lo sobreyace y la que se infiltra directamente desde la superficie).

Zonas con presencia de agua en medio fracturado: La recarga de estas zonas (de forma esbelta e irregular) se infiere, proviene de la infiltración de agua que fluye del acuífero que las sobreyace o están en contacto con las discontinuidades.

En este tipo de zonas es común que su permeabilidad se reduzca conforme se incrementa su profundidad, debido al cierre de las fracturas y/o relleno de fallas con arcilla, clorita y calcita (Barreno PC-1A'), dando origen a zonas saturadas aisladas, en donde frecuentemente no se tiene conexión con otra discontinuidad (los materiales tienden, gradualmente, a tener un comportamiento hidráulico característico de un acuitardo y finalmente como un acuícludo). Para las zonas donde se identifica una mayor densidad de la red de fracturamiento y existe conexión hidráulica entre éstas, el movimiento local del agua subterránea es errático acorde a la orientación de las discontinuidades (medio heterogéneo). Respecto a la superficie de la fractura, en ésta existe una variación importante de la resistencia al flujo, producto de la variabilidad de la abertura y de las áreas de contacto, lo cual genera tortuosidad de las líneas de flujo sobre el plano de la fractura. En la siguiente figuta se presenta un esquema del funcionamiento hidrogeológico en el sitio de estudio.

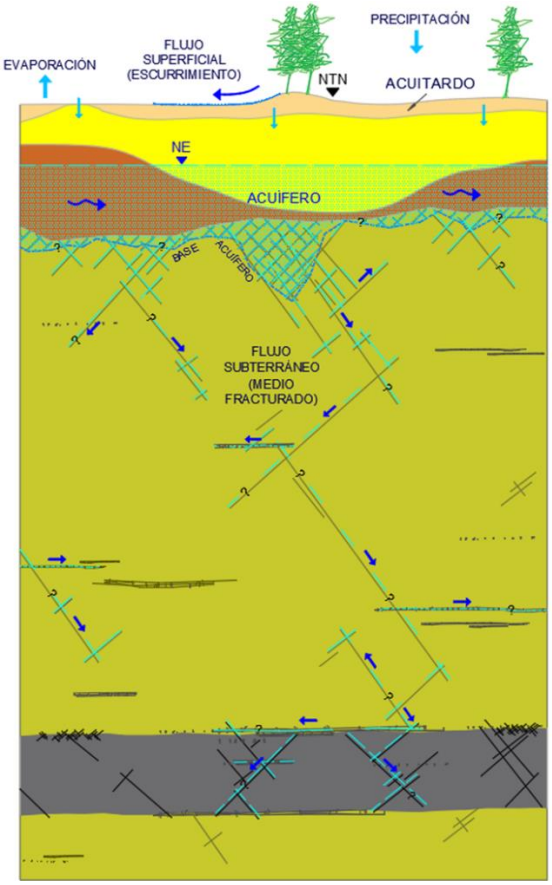


Figura 5 Esquema representativo del funcionamiento hidrogeológico en el sitio de estudio.

El acuífero Mina Pasta de Conchos se clasifica como tipo libre (sedimentario de origen detrítico, alojado en Materiales aluviales, en la Fm Sabinas constituida por un conglomerado con diferentes grados de consolidación y en la zona alterada y de contacto con la Fm Olmos, esta última conformada por lutitas y areniscas.

La extensión del acuífero se definió con base en el área donde se desarrollará la construcción de las obras subterráneas objeto del presente estudio y su entorno; por lo que éste se encuentra acotado por las fronteras hidráulicas que son: El Coyote en la parte norte y el Sabinas al sur. De oeste a este, se extiende desde el predio de “Varios propietarios” hasta el del Sr. Raúl Wong, respectivamente, cubriendo una superficie aproximada de 15.4 Km2.

Con la información generada mediante el monitoreo piezométrico en las obras hidráulicas (pozos, norias y piezómetros), se determinó la profundidad del nivel del agua

subterránea. La profundidad del nivel estático (NE) en el área de estudio estuvo en el rango de 10.50 a 12.50 m (monitoreo junio 2021).

La información de la profundidad y elevación del NE del acuífero (por zonas y obras de excavación), correspondiente al monitoreo efectuado en el mes de junio 2021 (información más actual) se indica en la Tabla y Figura siguientes se presentan la configuración respectiva.

Tipo de Obra	Obra específica	Prof. NE (m)		Elev. NE (msnm)		Obra hidráulica que se asocia o cercana a ésta	Observaciones
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.		
Proyectadas para construcción	Portal	12.32	-	374.32	-	Piezómetro Pzs-1 (valor puntual)	Se impermeabilizará la zona de cruce del portal con la zona saturada (acuífero)
	Rampa	12.32	11.60	374.32	373.50	Piezómetros Pzs-1, 7, 8 y PO-5	Conforme se profundice la rampa se alejará del acuífero
	Túneles de apro-ximación	12.50	10.40	373.90	373.10	Piezómetros Pzs-7, PO-5 y PO-6	Obra subterránea por debajo de los 100 m de profundidad del acuífero

Tabla No. 1. Profundidad y Elevación del NE en obras subterráneas proyectadas

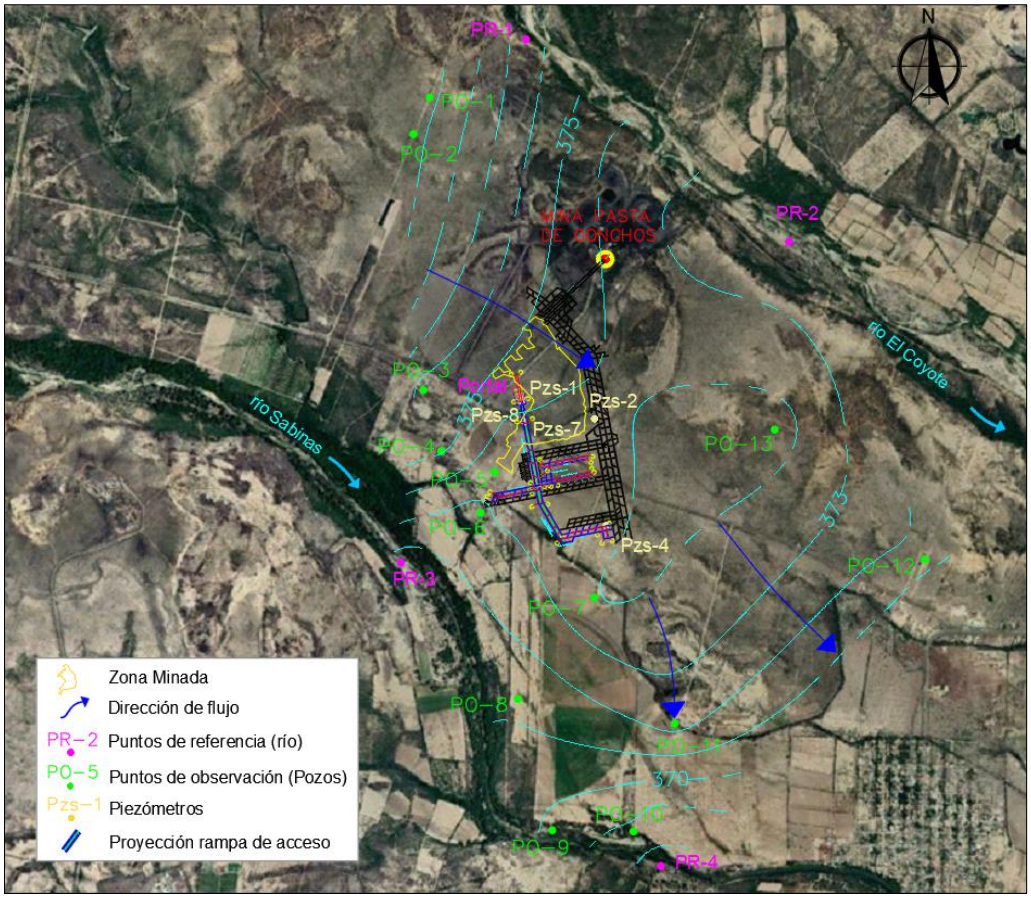


Figura 6 Configuración de la elevación del NE y dirección de flujo.

De forma general la dirección preferencial del flujo subterráneo fue al sureste; sin embargo, registra componentes acordes a las zonas de descarga, producto de la extracción (bombeo de agua para uso agrícola, ganadero y en menor proporción uso doméstico). El gradiente hidráulico (i) fue de 0.0028.

Con base en la información generada durante el periodo de monitoreo (diciembre 2020 a junio 2021) se aprecia que el patron de la configuración de la elevación y dirección del flujo subterráneo se mantienen, sin presentar cambios extraordinarios en su comportamiento; no obstante, se deberá de continuar con su observación, para evaluar su comportamiento de forma anual (temporadas de lluvia y estiaje) y durante el proceso constructivo de las obras subterráneas.

Mediante los resultados de los estudios de geología y geofísica (perfiles de barrenos, secciones, descripción del medio, pruebas de permeabilidad, sondeos y registros

verticales, etc.) se determinó el espesor del acuífero. Se considera que la base del acuífero no es uniforme, ya que se rige por las condiciones de alteración y grado de fracturamiento de la roca en la Fm Olmos; por lo que el límite es la zona donde la roca es más densa (buena calidad) con permeabilidad más baja a nula (valores que clasifican a la roca o medio geológico como impermeable), registrándose variaciones en su espesor (en el sitio del Barreno PC-13 resultó de 4.90 m y de 32.50 m en la zona del PC-20).

En la parte inferior del acuífero, el agua satura la zona alterada de la roca, y en el caso de existir fracturas y fallas no selladas, ésta penetrará hasta donde la permeabilidad del medio disminuya y sea nula; es en estas zonas donde los materiales tienden, gradualmente, a tener un comportamiento hidráulico característico de un acuitardo y finalmente como un acuícludo. En la Tabla No. 2 se indican los valores de la base del acuífero en las zonas del Portal, Rampa de acceso y Ramal principal (túneles de aproximación). Valores indicados en sección geológica presentada en informe hidrogeológico anexo.

Prof. NE (m)			Base Acuífero (m)	Espesor acuífero (m)		Unidades Hidrogeológicas donde se aloja el acuífero	Permeabilidad	
							Calificación "K"	Rango "K" (m/d)
Portal	Valor puntual	12.32	21.9	Valor puntual	9.58	RSP Rocas semipermeables	Poco a algo permeable K = Baja	0.2260 a 7.13X10-3
Rampa	Max.	12.32	21.9 - 32.5	Min.	9.58			
	Min.	12.16		Max.	20.30			
Ramal Ppal. (túneles de aproxima-ción	Max.	11.60	17.20	Min.	5.60			
	Min.	10.90		Max.	6.30			

Tabla No. 2. Profundidad del NE y base del acuífero en la zona del portal, rampa de acceso y ramal principal (túneles de aproximación)

Respecto al nivel del agua detectado en los barrenos efectuados para el corrimiento de registro de video (PCV-1, 2, 3, 4 y 6) y a la información antecedente consultada, se asume la existencia de agua en las galerías abandonadas de la Mina Pasta de Cochos (donde ocurrió el evento en el año 2006), inundadas a partir de la zona donde se localiza

el PCV-5 (elevación del fondo del barreno de 249.93 msnm), ya que en dicho barreno no se detectó un nivel de agua (seco) que fuera indicativo de la ocurrencia de esta.

En los barrenos PCV-4 y PCV-2, proyectados en la sección del ramal principal, la profundidad del agua fue de 136.97 y 136.02 m, respectivamente (monitoreo junio 2021); por lo que el nivel mencionado se ubicó por encima de la clave de las galerías. Con base en lo anterior se continuará con el monitoreo piezométrico en ambas obras, con la finalidad de verificar la presencia y comportamiento del agua en esta zona.

4.3 Geología

La geología del estado está representada principalmente por formaciones de rocas sedimentarias: calizas, lutitas, areniscas y dolomitas. Estas están presentes desde la Era Paleozoica y de una columna originada en la Era Mesozoica y en las cuales se encuentran cinco formaciones del periodo jurásico, 51 formaciones que se originaron en el cretácico, siete formaciones de la era cenozoica. Dando lugar en el terciario a dos tipos de ambientes: El marino y continental. El periodo Cuaternario o reciente comprende una sola formación.

Por otra parte, la geología estructural del estado está definida por un gran número de anticlinales y sinclinales que dan lugar a estructuras donde estos pliegues de forma cóncava tienen en su interior las capas más jóvenes.

Además, en el estado se encuentran importantes yacimientos de minerales no metálicos y en menor cantidad de minerales metálicos, así como, yacimientos de hidrocarburos.

4.3.1 Unidades litológicas en el área de estudio

SUELO RESIDUAL (Qsr)

Esta unidad tiene una gran extensión en toda la región presenta un espesor promedio en la zona va de los 0,18 a los 2,50 m, presenta poca consolidación, está compuesto por materiales que van de arcillas hasta arenas (0,002 a 0,063 mm), con un alto grado de adherencia y consistencia plástica; con un color café pardo oscuro (10R 4/6) y en algunas zonas con presencia de materia orgánica.

ALUVIAL (Qal)

Depósitos no consolidados derivados de la transportación fluvial de la zona, está compuesta por un matriz limo arcillosa (1/250 a 1/16 mm) observado en la zona de

descarga del sondeo en un color naranja amarillento pálido (10YR 8/6) y fragmentos líticos de rocas preexistentes que van desde gravas medias (16 mm) a gruesas (63 mm) y bloques (256). Su forma va de sub-redondeados a redondeados como se puede observar en la muestra del sondeo PC-20 (SEG-DGL-K1330-I-024/06-0621).

FORMACIÓN ESCONDIDO (Ksm Ar-Lu-Lm)

En esta unidad se encuentra una secuencia de rocas sedimentarias de diferente tamaño de grano, distribuidas en toda la zona de estudio con un espesor promedio de 65,00 metros, la cima de la formación presenta una zona de meteorización en los primeros metros, tiene un color característico naranja amarillento pálido (10YR 8/6), mientras que en roca fresca tiene un color gris verdoso (5G 6/1) esta particularidad se observa en los afloramientos vistos en campo (fichas: F-K1330-GEOL-F1-001, F-K1330-GEOL-F1-002, F-K1330-GEOL-F5-007, F-K1330-GEOL-F1-004, F-K1330-GEOL-F1-005, F-K1330-GEOL-F1-006, F-K1330-GEOL-F1-007) que se presentan en las proximidades de la Mina de Pasta de conchos, cercano al rio Álamos.

A continuación, la descripción de cada litología de la Formación Escondido:

Arenisca Meteorizada (KsmAr): Unidad de roca meteorizada con diferentes grados poco competente, presentando un tamaño de grano fino a medio (0,25 a 0,125 mm), con una coloración que va de gris amarillento (5Y 7/2) al amarillo moderado (5Y 7/6), esta roca está presente en los afloramientos ya mencionados, y en los primeros metros de los sondeos.

Lutita meteorizada (KsmLu): Unidad de roca con grados de meteorización IV a V, con arenas de grano muy finos (0,002 mm), se presentan horizontes más competentes por la mezcla de granos mayores como se puede observar en el sondeo PCT-1 (SEG-DGL-K1330-I-029/06-0621)

Arenisca (Ksm): Al terminar la zona meteorizada generalmente se encuentra una arenisca sana y competente, de color gris claro (N7) y con una granulometría que va de grano fino a medio que va de 0,2 a 0,063 milímetros, que sobreyace a una intercalación de lutitas, que su tamaño de arcillas es de 0,002 mm, y un color verde grisáceo (10GY 5/2); las limolitas se presentan con una coloración gris claro verdoso (5G 8/1) y con un rango de limos que van de 0,004 a 0,008 mm, esta limolita al perder humedad se disgrega muy fácilmente.

Lutita (KsmLu): Roca compuesta por arenas de grano muy fino (0,002 mm), se observa en un color gris claro (N7) a un gris oscuro (N3), esta unidad presenta

horizontes de roca disgregada, al entrar en contacto con la intemperie y al perder humedad, esta se agrieta con facilidad.

Limolita (KsmLm): Roca compuesto por limos que van de 0,004 a 0,008 mm, con un color en muestra seca que va de verde muy pálido (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2), las fracturas que se presentan en esta litología tienden a ser onduladas (rugosas y lisas), esta limolita tiene horizontes más concurridos de roca disgregada a comparación de la limolita de la Formación Olmos.

Lutita-Arenisca (KsmLu-Ar): Lutita de grano muy fino (0,002mm) con un aporte de grano fino (0,063 mm), esta unidad es más competente a comparación de una lutita pura, es de color muestra seca de gris claro (N7) en seco y en muestra húmeda es gris medio (N5).

Arenisca-Lutita (KsmAr-Lu): Se componen las arenas de materiales de grano fino a grano medio (0,063 a 0,2 mm) y las lutitas se componen de arcillas (0,002 mm). En ambos casos se tiene una mezcla de estos materiales, aunque en algunas zonas se observa estratificada la arenisca y la lutita, y en otras zonas e observan estas litologías combinadas.

Limolita-Lutita(KsmLm-Lu): Litología constituida por dos tipos de granos finos que se presenta de manera convoluta, estratificada o entremezclada indiferenciadamente, así como en intercalaciones plenamente diferenciables entre sí, en algunos horizontes se cuenta con la presencia de líticos (superiores a 2mm) y granos de tamaño correspondiente con arenas (0,063 hasta 2 mm). Presenta un ángulo de fracturamiento preferencial del orden de 11 a 30º. El color que presenta en la dominancia de limolita es azul verdoso grisáceo (5BG 5/2) en muestra húmeda y gris azuloso ligero (5B 7/1) en muestra seca. En caso de presentar abundancia de lutita, su color es gris medio (N5) en muestra seca y gris oscuro medio (N4) en muestra húmeda.

Lutita-Limolita(KsmLu-Lm): Roca formada por la mezcla de dos tipos de granos finos que suele presentarse de manera estratificada y entremezclada indiferenciadamente, así como en intercalaciones diferenciables entre sí, en algunos horizontes se cuenta con la presencia de granos de tamaño de arena (0,063 hasta 2 mm). Presenta un ángulo de fracturamiento preferencial del orden de 11 a 30º. El color que presenta en la dominancia de lutita es gris medio (N5) en muestra seca y gris oscuro medio (N4) en muestra húmeda. En caso de presentar abundancia de limolita, su color es azul verdoso grisáceo (5BG 5/2) en muestra húmeda y gris azuloso ligero (5B 7/1) en muestra seca, esta unidad suele disgregarse con facilidad al entrar en contacto con la intemperie.

FORMACIÓN OLMOS (Ksm Lu-LuC-Ar).

La principal diferencia de esta Formación con la Fm. Escondido es la lutita carbonosa que es la que marca el límite de estas Formaciones, dicha roca se diferencia de la lutita común por su gran aporte de materia orgánica y su color más obscuro que puede llegar a ser completamente negro.

Esta formación tiene un espesor promedio de 68,00 metros, generalmente está constituida de secuencias de lutita gris claro y lutita carbonosa con cantidad considerable de materia orgánica, en menor proporción arenisca y limolita.

Lutita (KsmLu): Roca compuesta principalmente por arcilla (0,002 mm), con un color que va gris claro (N7) en muestra seca y en muestra húmeda un gris claro verdoso (5G 8/1), Se observa una principal estratificación sub-horizontal, esta menor a 5°, aunque hay pequeños horizontes donde se observa zona de turbidez; Y un fracturamiento con un ángulo preferente que va de los 11° a 30°.

Limolita (KsmLm): Roca compuesto por limos que van de 0,004 a 0,008 mm, con un color en muestra seca que va de verde muy pálido (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2), las fracturas que se presentan en esta litología tienden a ser onduladas (rugosas y lisas) y se observan estrías, es algo común la presencia de calcita.

Arenisca (KsmAr): Roca muy competente y dura, compuesta de granos que pueden variar de fino a grueso (0,063 a 0,63 mm), con un color gris claro en muestra seca y gris medio (N5) en muestra húmeda; Se observa una estratificación sub-horizontal, hay presencia de pequeñas vetillas de carbón menores a 5 mm y de material arcilloso (0,002 mm) como la lutita y lutita carbonosa; Sus principales fracturas se deben a estos planos de debilidad por lo cual no superan los 10 grados de inclinación.

Lutita-Limolita (KsmLu-Lm): Unidad compuesta por dos litologías diferentes mezcladas entre sí, distinguidas por tamaño de grano donde predomina más la arcilla (0,002) que los limos (0,0063), su coloración va de gris claro (N7) a gris claro verdoso (5G 8/1) en seco y a verde grisáceo (10GY 5/2) a gris medio (N5) en muestra húmeda; Presenta un ángulo preferente de fracturas que va de 11° a 30° de inclinación.

Limolita-Lutita (KsmLm-Lu): Unidad compuesta por dos litologías diferentes mezcladas entre sí, distinguidas por tamaño de grano donde predomina más los limos (0,0063) que la arcilla (0,002), su coloración va de gris claro (N7) a gris claro verdoso (5G 8/1) en seco y a verde grisáceo (10GY 5/2) a gris medio (N5) en muestra húmeda. Su estratificación va de sub-horizontal a una estratificación turbia, debido a los cambios de energía en su ambiente de depositación. Por lo general esta unidad al perder humedad se disgrega y se agrieta con facilidad.

Arenisca-Limolita (KsmAr-Lm): Unidad compuesta por granos finos a gruesos que van de 0,063 a 0,63 mm y en menor porcentaje limos de tamaño que van de 0,004 a 0,008 mm, su coloración va de coloraciones verdes muy pálidas (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2). Con una estratificación sub-horizontal debido a la baja energía en el ambiente de depósito.

Limolita-Arenisca (KsmLm-Ar): Unidad donde su principal aporte es de limos (0,002 a 0,008 mm) y en menor proporción arenas que van en un rango de 0,063 a 0,63 mm, el color de esa unidad va de coloraciones verdes muy pálidas (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2).

Limolita-Lutita Carbonosa (KsmLm-LuC): Combinación de litologías con tamaño de grano que van de 0,002 mm a 0,02 mm, esta combinación por lo general viene de forma sana, y con pocas fracturas, las pocas discontinuidades que se presentan tienen un ángulo <35 grados, se observa una coloración verde muy pálida a gris oscuro medio (N4) en seco (10G 8/2) y azul verdoso pálido (5BG 7/2) a gris oscuro (N3).

Lutita Carbonosa- Limolita (KsmLuC-Lm): Unidad de litologías combinadas donde predomina la lutita carbonosa con su tamaño de grano que la compone (0,002 mm) y en menor porcentaje están los limos de (0,0063 a 0,02), esta unidad tiene una coloración donde predomina el gris oscuro (N3) en seco y negro grisáceo (N2). Por lo general presenta una estratificación sub-horizontal, pero hay horizontes en donde se encuentra una depositación turbulenta.

Lutita Carbonosa-Arenisca (KsmLuC-Lm): Unida con un pequeño porcentaje de aporte de grano fino (0,063 mm) lo que hace que esta roca sea más competente que en su forma pura, por lo general presenta fracturas de bajo ángulo; La estratificación de esta es sub-horizontal debido a la poca energía que había en su medio de depositación, se presenta con una coloración gris oscuro (N3) en seco y negro grisáceo (N2).

Arenisca-Lutita Carbonosa(KsmAr-LuC): Unidad con una combinación de grano fino a medio (0,063 a 0,63) con un porcentaje de arcilla (0,002mm), se presenta de forma compacta donde sus principales fracturas estarían en sus zonas de debilidad que estas están en la intercalación con la lutita carbonosa.

Carbón (KsmC): Unidad compuesta principalmente de una gran materia orgánica de mediana densidad y muy frágil, se presenta con un color negro (N1) en seco y húmedo, con brillo lustroso; Esta unidad tiende a tener un espesor <3 m, pero tiene una gran extensión lateral incluso hasta las guías de carbón <5 cm pueden tener una gran extensión. Presenta emanación de gas metano.

FORMACION SAN MIGUEL (Ksc Ar).

Arenisca(KsmAr): En esta unidad se presenta una arenisca de color gris claro, con un tamaño de grano que va de fino a grueso (0,002 a 0,63 mm), muy competente, presenta un contacto grano a grano y presenta porosidad; la estratificación de esta roca se presenta sub-horizontal). En diferentes puntos de la zona un olor intenso a aceite, se presenta con una coloración gris claro (N7). Presenta pequeños horizontes de lutita que presenta un tamaño de arcilla de 0,002 mm, y una coloración gris oscuro (N3). Presenta materia fósil.

Fallas y fracturas

Localizada dentro de la cuenca de Sabinas, la zona de estudio los sistemas estructurales que principalmente se tienen dentro de esta zona son sinclinales limitado por el bloque Coahuila y la península Burro – Peyotes y presencia de sistema de fallas normales y cabalgaduras.

Como parte del levantamiento geológico, se midieron los rumbos y echados de los planos de fallas, fracturas y estratificación identificados en la zona de estudio dentro de los terrenos de IMMSA, del Sr. Raúl Flores y en las márgenes de los ríos Álamos y San Juan. Los datos recabados se analizaron estereográficamente. A continuación, se describen las características estructurales identificadas.

FALLAS

Solamente se pudieron reconocer dos sistemas de fallas en la zona de estudio, esto a que la morfología del lugar no da para identificar afloramientos de un gran corte, lo que limita la identificación de este tipo de estructuras.

Al norte se identificó un rasgo de falla, sobre el rio Álamos cerca de los limites norte de los terrenos de IMMSA se tomó el dato de falla con un rumbo NW 60° con un echado al NE de 60°. Hacia el sur de la zona de estudio, a la cercanía del rio San Juan se tomaron dos datos de falla, el primero con un rumbo de NW 46° y un echado de 78° al SW y el segundo con un rumbo de NW 42° y una inclinación al SW de 50°.

Como podemos observar no se tienen datos suficientes para realizar un análisis estereográfico y conocer las familias de fallas, pero si se puede interpretar el mecanismo estructural que se observa en el sitio de estudio y que más adelante se describe.

Las fallas observadas son principalmente de tipo normal, en la Tabla 3, se indican las características de estas como la continuidad, espesor y material de relleno. Las fallas

observadas en los dos tiros no presentan desplazamiento de consideración, pero si hay que mantener monitoreo cuando se vayan cruzando para ir realizando los tratamientos correspondientes.

NOMBRE	RUMBO	LITOLOGÍA	CONTINUIDAD	APERTURA	RUGOSIDAD	FAMILIA
Río El Coyote						
Falla Paso del Coyote	N60°W/60° NESW	Ksm Ar (Fm Escondido)	> 3 km	---	Rugosa - irregular	----
Rio San Juan						
Falla San Juan	N46 - 42°W/78 - 50° SW	Ksm Ar (Fm Escondido)	> 4 km	---	Ondulada-rugosa	---

Tabla No. 3. Características de las fallas principales en margen derecha y en margen izquierda, y su relación con los sistemas de familias.

Es posible que estemos hablando de un sistema de cizalla simple, se limita al norte con la Falla Paso del Coyote y al sur por la Falla San Juan de limitando un bloque rotacional con ambas fallas; estos sistemas presentan un rumbo NW – SE considerándose de primer orden y en segundo orden se cuentan en rumbo N –S y NNE- SSW.

FRACTURAS

Son las discontinuidades más abundantes en el sitio de estudio, se encuentran afectando a todas las rocas expuestas y se observaron principalmente en afloramientos a piso en los ríos El Coyote y San Juan, en la excavación cerca del portal de entrada y en el cárcamo del sondeo PCT-1.

En campo se tomaron en ambas márgenes 72 datos de fracturas que se analizaron en proyección estereográfica.

Se identificaron tres familias, en primer orden la Familia 1 tiene un rumbo de fr1 = N12°W y un echado de 46° al NE, la segunda familia representada por fr2 con un rumbo de N15°W y echado de 72° al SW y la tercera familia fr3 con un rumbo de N15°W y echado de 21° al SE (Figura 9, Fotografía 17).

Las características físicas de las fracturas consisten en rugosos y ondulados-rugosos, en general se encuentran cerradas en contacto roca a roca; recristalizando a incipiente calcita, su espesor va de 0,001 hasta 0,03 m, presentan longitudes visibles que van de los 2,0 m hasta 10,0 m.

ESTRATIFICACIÓN

Es la discontinuidad de menor persistencia (28 datos) en las rocas del sitio de estudio, principalmente se observó sobre las zonas de contacto entre las areniscas y las lutitas de la formación Escondido. La equidistancia entre estratos es, por ejemplo, en la excavación del portal y en el cárcamo de 0,40 m hasta los 1,00 m; dando la apariencia en la arenisca de una roca masiva y en las lutitas de un material menos consolidado. El rumbo preferencial So1 es de N50°W / 08° SW.

Las tres familias de fracturamiento y la estratificación identificadas en sitio con los caminamientos geológicas y las excavaciones realizadas podemos interpretar que durante las excavaciones con respecto a la rampa de acceso y el ramal principal no tendrían afectación directa en la construcción de la tablas, ya que los inclinaciones tendrían dirección hacia la roca, pero al tener la presencia de la estratificación, se pueden formar bloques en la clave de los túneles, generando caídos y bloques de un por dos metros, hasta los tres metros se podrían generar en algunos casos como las areniscas. Para los ramales de los túneles de acercamiento favorecería a la excavación de estos, pero al igual que la rampa y el ramal principal, se tendrían las mismas condiciones en las claves.

4.3.2 Pruebas de permeabilidad

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC

En este trabajo fueron consideradas las pruebas de permeabilidad de 11 sondeos, con un total de 14 pruebas (ver estudio); los resultados fueron promediados metro por metro, y a pesar de que la mayoría las pruebas resultan en un comportamiento poco conductivo, se identificaron dos aumentos en el promedio, los cuales se relacionan con respecto a la profundidad; con las unidades litológicas identificadas en el sitio de estudio. La primera corresponde de la superficial y hasta un promedio de 5,00 m a el suelo residual, material aluvial y zona meteorizada de la formación Escondido, el segundo tramo corresponde a la unidad litológica de la cima de la formación Escondido, con una profundidad de 5,00 a 6,00 m, y la segunda en la transición de 13,00 a 14,00 m a zonas con baja meteorización y a rocas más sanas de la formación Escondido (Ver estudio).

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON

Para este ejercicio se integraron 65 pruebas de permeabilidad realizadas en 15 sondeos (Ver estudio) a diferentes profundidades, siendo más concurrentes las pruebas efectuadas en las cercanías con el manto de carbón, tanto en la parte superior como en

la inferior y en algunas profundidades coincidentes con algún cambio litológico o suceso estructural, así como en las zonas de obra.

Este análisis se basó en el empate de resultados tanto de litologías como de profundidades; el primer empate se da entre los sondeos PC-21 y PC-13B, en el intervalo de 15,00 a 20,00 m, y, aunque se trata de la misma litología, una arenisca que presenta un cambio de condición física por intemperismo, se tienen diferentes condiciones, principalmente estructurales, recuperación y RQD, logrando así, el tramo ensayado del sondeo PC-21 una absorción mayor, interpretándose como un tramo permeable; por su parte, el resultado del sondeo PC-13B indica que este tramo es poco permeable. Sin embargo, gráficamente ambos ensayes muestran un comportamiento de fracturamiento hidráulico o expansión de fracturas.

El segundo empalme a profundidad compatible entre dos pruebas de permeabilidad se dio en el tramo de 28,00 a 33,00 m por parte del sondeo PC-2, y el tramo de 30,00 a 35,00 m del sondeo PCT-1. En este tramo, se tienen condiciones similares respecto a recuperación y RQD, litológicamente hay similitudes: ambos tramos están compuestos principalmente por areniscas y un aporte fino, el cual es más abundante en el sondeo PCT-1; mientras el sondeo PC-2 presenta una absorción de 0,72 l/min/m situando el tramo como impermeable, su contraparte presenta una absorción de 4,20 l/min/m clasificándolo así, como un tramo poco permeable. Ambos comparten la característica de presentar flujo laminar con destaponamiento (Ver estudio).

El tramo que va de los 124,00 m a 129,00 fue ensayado por 6 sondeos, de estos se destacan dos tendencias de comportamiento en absorción; en los sondeos PC-12, PC-13B y PCV-1 se muestran, en sus respectivos tramos como permeables, en un flujo laminar que esporádicamente presenta saturación o taponamiento, ya sea en gama de ascenso o descendiente; este tramo, compuesto en su mayoría por una arenisca con intercalaciones de lutita y lutita carbonosa, tiene una recuperación superior a 85% y un RQD que va de muy bueno a excelente.

En el mismo tramo, sobre la misma litología, en los sondeos PC-3, PC-4 y PC-13 se obtuvieron resultados de absorción muy bajos, clasificando así, como tramo impermeable; de estos, el que presenta un flujo más congruente y uniforme correspondiente con un flujo turbulento capturado por el PC-3 (Ver estudio).

El último tramo presentado va de 146,00 a 150 m, en este lapso incidieron 7 pruebas en 6 sondeos, de las cuales, se consideraron 4 pruebas del mismo número de sondeos, en todas se presentaron valores de absorción bajos, lo cual indica que, en general, a estas profundidades las unidades litológicas son poco permeables, asimismo, a estas

profundidades, los cambios litológicos son más abruptos y fluctúan entre carbón, lutita carbonosa, lutita y dos areniscas, distinguibles por su origen y formación, por una parte, la arenisca de la Formación San Miguel contiene más aporte oceánico que la arenisca de la Formación Olmos (Ver estudio).

4.4 Caracterización Geofísica

Se realizaron trabajos de caracterización geofísica en los sitios donde se tiene proyectado emplazar el Portal de entrada, Rampas de acceso, túneles y galerías de aproximación a las Obras Antigüas de la Mina Pasta de Conchos. Para ello el DSyEG-GEIC aplicó las técnicas de Dispersión de Ondas Superficiales (DOS), Tomografía de Refracción Sísmica (TRS), Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE), Tomografía Sísmica entre Barrenos (TSB) y Sísmica de Reflexión Somera de Alta Resolución (SiRSAR), con un alcance de exploración, desde la superficie del terreno hasta 200 metros de profundidad.

4.4.1 Modelo Geofísico

Para definir el modelo, se interpretaron las unidades geofísicas a partir de las imágenes sísmicas y geoeléctricas, considerando la distribución de los valores de velocidad (Vp y Vs), resistividad eléctrica (ρ), así como los reflectores dominantes del subsuelo. A continuación, se describen las unidades referidas:

U1: Corresponde a la capa superficial del terreno, conserva valores de velocidad de onda compresional (Vp) en el rango de 0,4 a 0,8 km/s, mientras que los valores de velocidad de onda de corte (Vs) oscilan entre 0,15 a 0,25 km/s. El espesor interpretado varía entre 1 a 6 metros y se correlaciona con suelo y/o aluvión sin consolidar.

U2: La unidad U2 se dividió en tres subunidades: U2a, U2b y U2c.

U2a: subyace a la U1 y en ocasiones se ubica en la parte superficial del terreno, presenta valores de velocidad de Vp y Vs en el rango de 0.9 a 1.6 y 0.26 a 0.45 km/s respectivamente, su espesor observado varía de 0.5 a 18 metros, se correlaciona con areniscas y/o lutitas meteorizadas.

U2b: Subyace a U2a, conserva valores de Vp y Vs en el intervalo de 1.7 a 2.0 y 0.45 a 0.65 km/s respectivamente, el espesor determinado se ubica en el rango 2 a 13 metros y se correlaciona con intercalaciones de areniscas y lutitas probablemente alterado. Cabe mencionar que a partir de la aplicación de la técnica de TRE en el sitio donde se

ubica el inicio de la rampa de acceso, en esta subunidad se determinó el nivel de aguas freáticas a una profundidad de 13 metros respecto a la superficie del terreno.

U2c: Subyace a la U2b, sus valores de Vp y Vs se encuentra el rango de 2.1 a 3.5 y 0.7 a 0.9 en correspondencia, su espesor se encuentra entre 21 a 68 metros y se correlaciona con intercalaciones de arenisca, lutitas y limolitas.

U3: La cubren las unidades U1 y U2, los valores de Vp varían entre 3.6 a 4.0 km/s, mientras que los de Vs se ubican en el rango de 1.0 a 1.2 km/s, su espesor interpretado se encuentra en el intervalo de 38 a 120 metros. Los materiales que conforman esta unidad se correlacionan con intercalaciones de lutitas, areniscas, limolitas y carbón. Por sus valores de velocidad esta unidad se asocia en general con roca sana.

U4: Subyace a la U3, en esta unidad las velocidades de Vp oscilan en un rango de 4.0 a 4.5 km/s, en el caso de los valores de Vs no fue posible determinarlos debido a que el alcance de la exploración de DOS fue de 90 metros de profundidad. El espesor máximo observado conforme al alcance de la exploración geofísica fue de 80 metros. Esta unidad se correlaciona con intercalación de lutitas carbonosas, areniscas y limolitas.

En la Tabla siguiente se presenta un resumen con los parámetros geofísicos de las unidades descritas anteriormente.

Unidad Geofísica		**Vp (km/s)**	**Vs (km/s)**	**Espesor (m)**	**Tipo de Material Interpretado**
U1		0.4 – 0.8	0.15-0.25	1 - 6	Suelo y/o aluvión
U2	U2a	0.9 – 1.6	0.26- 0.45	0.5 – 18.5	Areniscas y/o lutitas meteorizadas
	U2b	1.7 – 2.0	0.45-0.65	2 – 13.6	Intercalaciones de areniscas y lutitas probablemente alteradas
	U2c	2.1 – 3.5	0.7 – 0.9	21 - 68	Intercalación de areniscas, lutitas y limolitas
U3		3.6 – 4.0	1.0 – 1.2	38 - 120	Intercalación de Areniscas, lutitas, limolitas y carbón
U4		4.0 – 4.5	-	80	Intercalación de areniscas y lutitas carbonosas

Tabla No. 4. Tabla de interpretación geofísica.

4.4.2 Análisis e interpretación secciones

El modelo geofísico permitió definir la estructura del subsuelo donde se ubica el sitio de estudio, constituido por cuatro unidades geofísicas: U1; U2; U3 y U4 que en general tienen una distribución homogénea en todo el predio, dispuestas en capas subhorizontales continuas con algunas variaciones en su espesor en el área de estudio.

Asimismo, **se identificaron anomalías geofísicas, las cuales se refieren a los contrastes en las impedancias acústicas observadas en el medio que se asocian a cambios litológicos, estructuras, material fracturado y/o alterado**. En este informe las anomalías geofísicas determinadas se denominaron como A1 y A2, las cuales podrían correlacionarse, de acuerdo con información proporcionada por geología, a cuerpos que, en el caso de las A1, corresponden a posibles cambios litológicos; mientras que para el caso de las A2, dichos cuerpos se asocian con materiales posiblemente fracturados. De igual forma, fue posible interpretar estructuras geológicas relacionadas posiblemente con fallas o alguna discontinuidad en el subsuelo.

Con base en lo anterior, a continuación, se describen las anomalías interpretadas y estructuras geológicas en las secciones integradas respecto a las Obras Antigüas y de Rescate, así como, galerías de conexión entre estas dos obras.

En el caso de las Obras Antigüas; estas fueron proyectadas en las secciones LG-2 y LG-4, así como, algunas anomalías geofísicas y estructuras geológicas cuya disposición se describe a continuación:

1.- Con relación a la LG-2, se observó que a lo largo de esta sección únicamente se identificaron dos anomalías A1 que intersecan algunas galerías antiguas en los cadenamientos 0+575 al 0+650. Dichas anomalías podrían asociarse a cambios litológicos en el subsuelo. De igual forma, se observaron algunas estructuras posiblemente relacionadas con fallas geológicas a lo largo de la sección, ubicadas en los cadenamientos 0+300, 0+575, 0+650 y 1+100.

2.- Referente a la LG-4, en ella fue posible identificar tres anomalías, dos de ellas A1 y una A2, asimismo, se proyecto sobre esta sección el eje principal de las Obras Antiguas de tal forma que las anomalías A1 intersecan a dicho eje en los cadenamientos 0+200 y dentro del rango de 0+850 al 0+900; mientras que, la A2 interseca al eje en el cadenamiento 0+750. Ambas anomalías nos indican probables cambios litológicos (A1) y roca fracturada (A2). Respecto a las estructuras geológicas, se identificó una en el cadenamiento 0+670 de la sección.

Por otra parte, en lo relativo a las **Obras de Rescate** se identificaron algunas anomalías que se describen a continuación:

Portal de entrada y Rampa de acceso. - Se identificaron algunas anomalías en la LG-2 que se describen en los siguientes puntos:

1.- Anomalías A1, observadas entre las elevaciones de 245 a 300 metros y próximas a los cadenamientos 0+530; 0+550 al 0+600; 0+770; 0+890; 1+080; 0+925 a 1+040

2.- Anomalías A2, identificadas en el intervalo de elevaciones de 250 a 330 metros entre los cadenamientos 0+370; 0+380 y 0+640

3.- Estructuras geológicas probablemente relacionadas con fallas y/o discontinuidades ubicadas en las elevaciones dentro del rango de 300 a 370 metros y localizadas entre los cadenamientos 0+100, 0+150, 0+210, 0+305, 0+455, 0+480, 0+525, 0+570, 0+595 y 0+605

Túneles y galerías de aproximación. - Se identificaron algunas anomalías en las secciones LG-6; LG-7 y LG-8 las cuales se describen a continuación:

1.- Anomalías A1, en el caso LG-6 se observó en la elevación 290 msnmm entre los cadenamientos 0+350 al 0+360; así mismo en la LG-7, se identificó otra A1 en la elevación 255 msnmm entre los cadenamientos 0+430 al 0+560, finalmente, para en la LG-8 se determinó otra anomalía, la cual se ubica en la elevación 225 msnmm entre los cadenamiento 0+050 al 0+100.

2.- Anomalías A2, identificadas en la LG-8 el intervalo de elevaciones de 250 a 330 metros entre los cadenamientos 0+390 al 0+410

3.- Estructuras geológicas probablemente relacionadas con fallas y/o discontinuidades localizadas en la LG-7 entre los cadenamientos 0+710 y 0+860; para el caso de la LG-8 se encuentran en los cadenamientos 0+250 y 0+305

Sobre la base de todo lo anterior, se interpreta que los materiales adyacentes a las Obras Antiguas no evidencian algún tipo de anomalía relacionada con el relajamiento del medio debido al colapso o cierre parcial de las galerías siniestradas. De igual forma, los materiales próximos a las galerías de conexión entre las Obras Antiguas y Túneles de Aproximación, no exhiben anomalías geofísicas y/o estructuras geológicas que pudieran representar algún problema durante el desarrollo o construcción de dichas galerías. No obstante, cabe mencionar que, debido a la escala de la exploración realizada en esta ocasión que es de centenas de metros, sería necesario llevar a cabo

exploración indirecta a detalle en la proximidad de la galería de conexión durante el desarrollo de los trabajos en el frente de excavación. Finalmente, la interpretación aquí descrita debe tomarse en cuenta para fines de diseño y construcción de la infraestructura de rescate proyectada, la información mencionada no exime al Contratista de su responsabilidad contractual

4.5 Marco Sismotectónico en torno al sitio de estudio

Desde el punto de vista sismotectónico regional, la mayor parte de la República Mexicana se encuentra en la placa tectónica de Norteamérica, con excepción de la península de Baja California que deriva de acuerdo al movimiento de la placa del Pacífico. En este sentido, el sitio del proyecto se encuentra en la porción noreste de México, la cual, se considera sísmicamente estable debido a su baja tasa de ocurrencia de sismicidad y que en general es de magnitudes menores a 4.8.

De manera específica, el sitio de estudio se encuentra en la provincia geológica de la Cuenca de Sabinas (CS), cuya formación se encuentra ligada al proceso de apertura del Golfo de México y de mega-suturas originadas durante el Paleozoico, dicha cuenca se caracteriza por presentar una geometría semi-circular, donde se han desarrollado principalmente anticlinales angostos con grandes valles sinclinales.

Destacan tres grandes lineamientos tectónicos con rumbos similares WNW-ESE, uno corresponde a la Falla La Babia, la cual limita en el norte a la Cuenca de Sabinas con otra provincia geológica, el Bloque Burro – Peyotes; otro lineamiento atañe a la Falla San Marcos también conocida como Lineamiento Sierra Mojada-China, la cual se ubica al sur, y delimita al Bloque de Coahuila con la CS; y el tercer lineamiento concierne a la Megacizalla Mojave-Sonora, el cual constituye el límite sur del Bloque de Coahuila con la Transversal de la Cuenca de Parras, mientras que la CS, está delimitada al este por el Arco de Tamaulipas.

4.5.1 Sismicidad en torno al sitio de estudio

Respecto a la sismicidad de importancia para el proyecto, esta ha sido escasa con magnitudes M < 5 y profundidades < 15 km, es decir, su foco se encuentra dentro de la corteza terrestre, con base en los catálogos de sismicidad del Departamento de Sismotectónica y Exploración Geofísica (DSYEG), del Servicio Sismológico Nacional (SSN), así como de artículos científicos, se obtuvieron los parámetros de localización de los eventos sísmicos de mayor relevancia.

En torno al sitio del proyecto se aprecia la ocurrencia de escasa sismicidad la cual se caracteriza por ser de magnitudes inferiores a 4,1. Así mismo, se identificó la existencia de temblores de magnitudes mayores a 5,3, mismos que se describen a continuación:

Sismo de Bavispe, Sonora de 1887; Magnitud 7.4: Ocurrió el 3 de mayo de 1887, su epicentro fue ubicado en las montañas de Teras, cerca del pueblo de Bavispe, Sonora. La magnitud del evento se consignó en 7,4 (Natali y Sbar, 1982) y es considerado como el temblor intraplaca cortical (16 km a profundidad) más grande que se haya registrado en Norteamérica. La distancia epicentral al sitio de estudio es de 822 km.

Sismo de Parral, Chihuahua de 1928; Magnitud 6.5: Tuvo lugar el 1 de noviembre de 1928 cerca del pueblo de Parral, Chihuahua, con una magnitud de 6,5 (Doser y Rodríguez, 1993). Este sismo ocurrió a una distancia de 447 km del proyecto.

Sismo de Valentine, Texas de 1931; Magnitud 6.4: se suscitó el 16 de agosto de 1931, próximo al pueblo de Valentine, Texas con una magnitud de 6,4 (Doser, 1987). La distancia epicentral respecto al sitio de interés es de 404 km.

Sismo de Alpine, Texas de 1995; Magnitud 5.7: Ocurrió el 14 de abril de 1995, se generó cerca del límite de la cuenca del oeste de Texas y el levantamiento del cinturón Marathon. Este temblor tuvo lugar a 324 km del sitio de la mina Pasta de Conchos.

Sismo de Vallecito, Chihuahua de 2013; Magnitud 5.4: este evento tuvo lugar el 21 de septiembre de 2013 a 54 km al suroeste de la Cd. de Delicias, en el estado de Chihuahua con magnitud 5,4. La distancia epicentral al proyecto es de 436 km.

4.5.2 Modelos de valores de aceleración contra profundidad

Para la determinación de los modelos del valor de la aceleración respecto a la profundidad (MAP's), se tomó como base el marco sismotectónico y la sismicidad histórica en torno al proyecto para, de esta manera, identificar las fuentes sísmicas de mayor importancia para el sitio de estudio, así como los parámetros que definieron las curvas de recurrencia útiles en el modelo de sismicidad Gutenberg-Richter Truncado, de acuerdo al enfoque probabilista del Peligro Sísmico, el cual permitió realizar el cálculo del Espectro de Peligro Uniforme (EPU) para un periodo de retorno de 2475 años que corresponde al 2% de probabilidad de excedencia en un periodo de exposición de 50 años, así mismo, se hizo uso del EPU obtenido mediante el programa de cómputo PRODISIS, el cual fue escalado por un factor de 1,5, de acuerdo con el Manual de Diseño por Sismo en su versión 2015 de la CFE.

Posteriormente, se obtuvieron acelerogramas sintéticos equivalentes a una función objetivo (EPU´s antes mencionados) con la finalidad de cuantificar el efecto de amplificación local debido a las condiciones geológicas en el sitio de estudio mediante

la propagación unidimensional (1D) de dichos acelerogramas, a través de la estructura de velocidades del subsuelo conformada por 13 modelos de velocidad de onda de corte (Vs) respecto a la profundidad, la cual fue determinada en el Informe Geofísico realizado por el Departamento de Sismotectónica y Exploración Geofísica. Esta propagación permitió obtener los valores de aceleración versus profundidad relacionados a los EPU´s correspondientes a un período de retorno de 2475 años y del PRODISIS para estructuras del Grupo A.

La distribución de los MAP's fue respecto a la infraestructura proyectada en el predio de la mina Pasta de Conchos, es decir, donde se tiene proyectada la construcción de una rampa de acceso, cuya ubicación de los modelos es coincidente con los puntos donde se hizo la adquisición de datos mediante la técnica de Dispersión de Ondas Superficiales Multicanal (DOS), de esta manera, los MAP-1 a MAP-10, se localizaron sobre la proyección de la rampa de acceso denominada Opción 4, mientras que los puntos 11, 12 y 13, encontraron al oriente de la rampa denominada Opción 3.

De los resultados obtenidos se observa que los valores de aceleración disminuyen conforme aumenta la profundidad; de esta manera, fue posible diferenciar tres rangos de profundidad, en donde se distinguieron cambios en los valores de aceleración, estos rangos son:

- De 0 a 10 metros: En este rango de profundidad, los valores de aceleración presentan sus máximos valores, los cuales se encuentran en el rango que va de 0,06 (g) a 0,15 (g), lo cual está relacionado a un alto contraste de impedancias entre los materiales presentes.
- De 10 a 30 metros: En este intervalo de profundidad, los valores de aceleración comienzan a presentar un ligero decremento conforme la profundidad aumenta, dichos valores oscilan de los 0,038 (g) a 0,091 (g).
- De 30 a 130 metros: Este es el intervalo de profundidad más amplio y en el cual los valores de aceleración no presentan una variación significativa entre ellos, relacionado con las propiedades geomecánicas de los materiales, su rango de valores de aceleración va de 0,04 (g) a 0,057 (g).

4.6 Caracterización geotécnica.

A Las unidades geotécnicas se definieron tomando en consideración el modelo geológico de referencia y con base en las propiedades y comportamiento geomecánico de los materiales en cada litología. La tabla siguiente muestra las unidades geotécnicas asignadas para el sector en estudio.

Periodo	Unidad Geológica	Unidad Geotécnica
Fm Escondida	Suelos y Depósitos de Talud (Qsr)	**UG-1**
Fm Olmos	Carbón (C)	**UG-2**
	Lutita Carbonosa (LuC - C)	**UG-3**
	Lutita (Lu)	
	Lutita - Limolita (Lu - Lm)	
	Limolita - Lutita (Lm - Lu)	
	Lutita – Arenisca (Lu – Ar)	**UG-4**
	Limolita – Arenisca (Lm – Ar)	
	Arenisca – Lutita (Ar – Lu)	**UG-5**
	Arenisca – Limolita (Ar – Lm)	
Fm Olmos y San Miguel	Arenisca (Ar)	**UG-6**

Tabla No. 5. Unidades Geotécnicas, Mina Pasta de Conchos

Las unidades geotécnicas UG-3a y UG-6a forman parte de los materiales que se encuentran en la zona superficial y se encuentran por debajo de materiales de textura fina, particularmente su condición es alterada. Cabe mencionar que la estructura de la Arenisca alterada es competente ante tales condiciones.

Suelos

Los materiales de textura fina identificados en el proyecto fueron caracterizados en función de los resultados obtenidos durante el levantamiento de materiales superficiales en sitio por medio de calas de excavación y sondeos de exploración, observándose espesores variables en forma de intercalaciones o lentes debido a la alteración avanzada de la roca (Ver Estudio). Estos materiales fueron caracterizados e integrados en dos unidades geotécnicas, donde, los materiales de textura arcillosa - arenosa conforman la unidad geotécnica UG-1 y la roca Lutita en condiciones alteradas forma la unidad geotécnica UG-3a; así mismo, la información se complementa con la roca arenisca en condiciones alteradas, su unidad geotécnica es UG-6a.

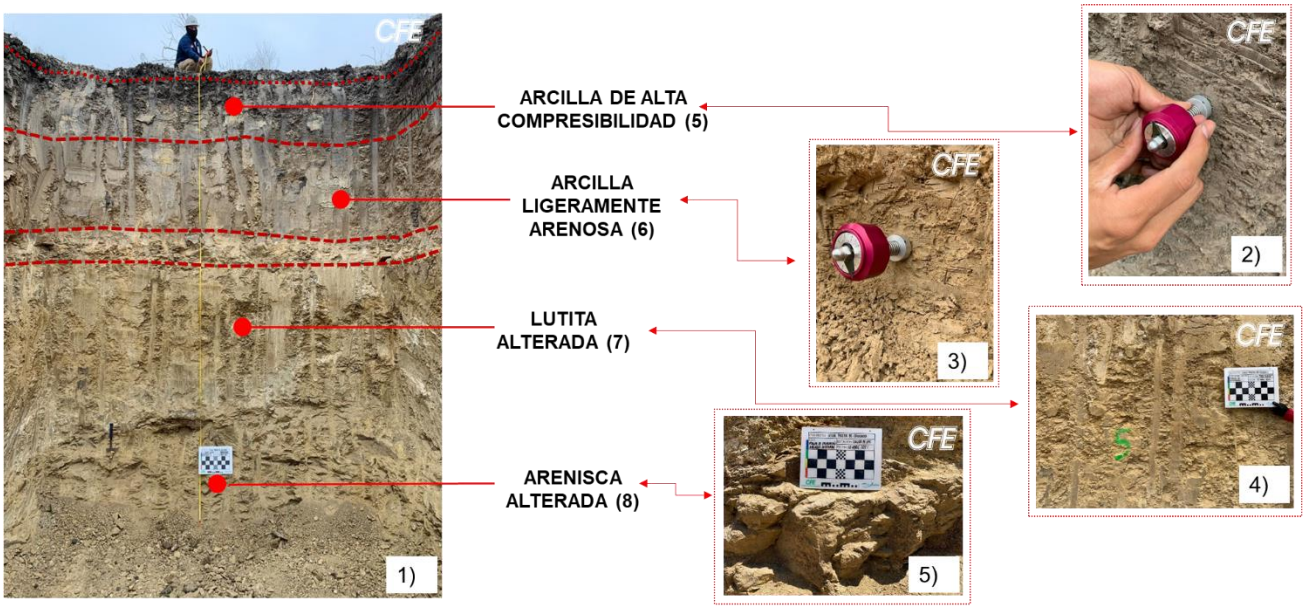


Figura 7 Levantamiento de materiales superficiales y ejecución de pruebas de resistencia al corte con herramientas manuales

Roca Intacta

Para evaluar las propiedades geomecánicas del macizo rocoso se generó una clasificación de materiales, obteniendo una integración de cinco unidades geotécnicas (UG-2, UG-3, UG-4, UG-5 y UG-6), por lo cual, se realizó una campaña de laboratorio con el objetivo de conocer las propiedades índice y mecánicas de la roca (Ver Estudio) acompañada de los parámetros obtenidos de los levantamientos de sondeos de exploración realizados en sitio (Ver Estudio). A continuación, se muestran los resultados obtenidos durante la presente campaña de estudio en el proyecto de Mina Pasta de Conchos.

Propiedad		UG-2 (Carbón)	UG-3a (Lutita Alterada)	UG-3 (Lutita, Limolita)	UG-4 (Lutita, Limolita - Arenisca)	UG-5 (Arenisca – Lutita, Limolita)	UG-6a (Arenisca Alterada)	UG-6 (Arenisca)
Propiedades Mecánicas								
Resistencia a la compresión simple, RCS (MPa)	fr	8.0	20.0	30.0	48.0	75.0	45.0	120.0
	Rango	*3 – 15*	*7 – 36*	*10 – 56*	*19 - 65*	*60 - 130*	*16 - 67*	*75 - 185*
Resistencia a la tensión, Rt (MPa)	fr	1.7	1.9	3.4	4.5	5.5	5.0	10.0
	Rango	*0.30 - 3.0*	*0.8 - 4.1*	*0.7 - 6*	*2 - 10*	*1 - 9*	*2.0 - 7.0*	*4.5 - 18.9*
Módulo de deformabilidad de Roca Intacta (MPa)	fr	N.D	N.D	7500	15000	22000	N.D	27000
	Rango	N.D	N.D	*3328 - 8880*	*6400 - 28400*	*8400 - 38000*	N.D	*15473 - 47170*
Constante mi (Hoek-Brown, 2002)	fr	4.0	5.0	8.5	11.0	13.5	8.0	16.0
	Rango	*3 – 5*	*3.5 – 8*	*5.5 – 11*	*7 - 14*	*9.5 - 17*	*6 - 10*	*12 - 20*
Propiedades Dinámicas								
Velocidad primaria Vp (m/s)	fr	N.D	N.D	2791	3107	3494	N.D	5310
Velocidad secundaria Vs (m/s)	fr	N.D	N.D	1260	1444	1681	N.D	2624
Módulo de deformabilidad dinámico roca intacta (MPa)	fr	N.D	N.D	10797	14511	20749	N.D	47889
Relación de Poisson dinámico	fr	N.D	N.D	0.37	0.35 (0.32 - 0.38)	0.35 (0.32 - 0.36)	N.D	0.34 (0.31 - 0.36)

Tomado como referencia los resultados obtenidos en el laboratorio y en campo, se ordenaron los materiales con base en su resistencia a la compresión con el fin de agrupar las unidades Geotécnicas.

En la siguiente figura se muestra la clasificación de los tipos de rocas presentes en el sitio de acuerdo a su resistencia a la compresión.

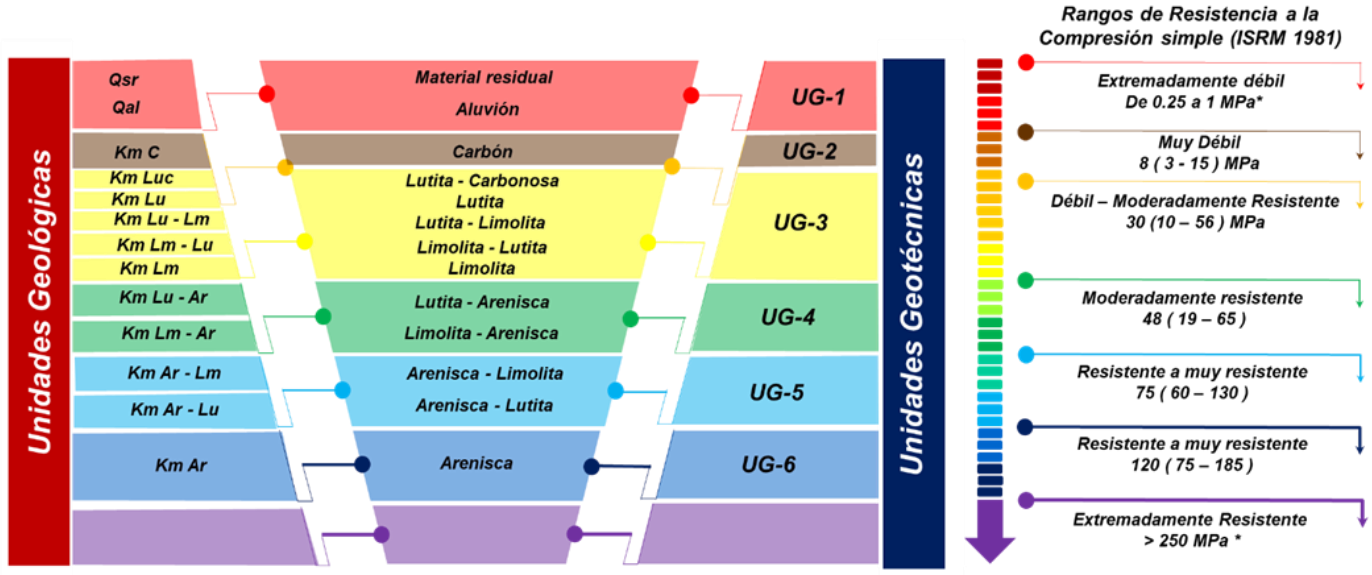


Figura 8 Agrupamiento de Unidades Geotécnicas

Macizo Rocoso

A partir de la integración de levantamientos de discontinuidades en afloramientos y barrenos se levantaron las características y propiedades de los sistemas de discontinuidades por unidad geotécnica (Ver Estudio). Esta información fue empleada posteriormente para la definición de clasificaciones geomecánicas de la masa de roca.

4.6.1 Clasificación Geomecánica de los materiales

Las clasificaciones geomecánicas, se definieron mediante la metodología RMR (Rock Mass Raiting) y GSI (Geological Strength Index), para este análisis se tomaron en cuenta los valores de la resistencia a la compresión simple de la roca intacta, porcentaje de RQD, grado de meteorización de la roca y características de los sistemas de discontinuidad del macizo rocoso, (separación, continuidad, abertura, rugosidad, relleno y alteración), dicha información, se recabo a partir de los levantamientos de barrenos y afloramientos de roca, así como de los resultados de laboratorio obtenidos durante ensayes de la roca intacta y ensayes de gato Goodman ejecutados en campo; así mismo, se tomó en cuenta la condición heterogénea y la estratificación del macizo rocoso.

4.6.2 Tratamientos a la roca

Los tratamientos se definieron de acuerdo con los resultados de los análisis realizados y tomando en cuenta de manera directa las características geotécnicas de las discontinuidades levantadas en el sitio, principalmente la poca separación general que guardan las discontinuidades, la cual se liga directamente con la frecuencia de aparición de cuñas, así mismo, se consideró también la carga de roca en cada unidad geotécnica.

Tratamientos en obra subterráneas.

Pre anclaje en inicio de túneles: Anclas de varilla corrugada de 1” de longitud de 6 metros con separación de 1.0 m en barrenos de 3” fijados con mortero de 20 MPa.

Tratamiento tipo A:

Anclaje sistemático de 1" de 3 m de longitud con separación de 2.20 m (60° radial) en tresbolillo, concreto lanzado de 5 cm de espesor de 20 MPa. avance máximo de excavación sin soporte 6 m.

Tratamiento tipo B:

Anclaje sistemático de 1" de 4 m de longitud con separación de 1.65 m (45° radial) en tresbolillo, concreto lanzado de 10 cm de espesor de 20 MPa. avance máximo de excavación sin soporte 4 m.

Tratamiento tipo C:

Marcos metálicos sistemáticos con una separación de 1 m con malla. avance máximo de excavación sin soporte 3 m. Dichos marcos deberán ir empacados en concreto hidráulico.

Tratamiento tipo C-1:

Anclaje sistemático de 1" de 4 m de longitud con separación de 1.32 m (36° radial) en tresbolillo, concreto lanzado de 10 cm de espesor de 20 MPa. el tratamiento tipo C-1, se indicará directamente en campo por geotecnista de CFE.

Tratamientos en taludes de portal de entrada:

Anclaje sistemático de 1" de 4 y 6 m de longitud con un arreglo en tresbolillo de 2.0 x 2.0 m m, concreto lanzado de 10 cm de espesor de 20 MPa. Para mayor detalle consultar los planos de tratamientos.

Tratamientos de inyección en zonas del acuífero:

El tratamiento de inyección en el sector donde se encuentra el acuífero se encuentra representado por una inyección de contacto concreto – roca por medio de boquillas de inyección. El sellado de las boquillas se realizará desde la clave de la rampa de acceso y la rampa de ventilación donde se encontrarán los marcos metálicos empacados con concreto hidráulico. El diámetro de los barrenos es de 3" con una profundidad efectiva en roca mínima de 1 m. Su preparación se lleva a cabo por medio de boquillas de fierro galvanizado de 1" de diámetro fijada por medio de un calafateo de cemento con yeso al revestimiento del túnel. El arreglo de los barrenos de inyección de contacto sería a cada 4 m en sentido longitudinal y con un arreglo transversal de tres barrenos distribuidos a cada 0.80 cm a partir del eje del túnel con un ángulo de 70°.

5 ALCANCE

5.1 General

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) proporciona, como parte del pliego de requisitos, los planos y las especificaciones técnicas, con la ingeniería necesaria del proyecto, que establecen las características, valores y criterios de diseño generales que deberán emplearse para el diseño, fabricación, suministro, construcción, montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos y sistemas del proyecto. El Contratista será responsable de desarrollar parte de la ingeniería de detalle de algunas de las componentes del proyecto. Por lo anterior se establece que parte de los trabajos se realizarán a precios unitarios con base en la ingeniería proporcionada por la CFE y otra parte se realizará a precio alzado, con base en la ingeniería de detalle que realice el Contratista. La CFE se reserva el derecho de revisar la ingeniería desarrollada por el Contratista y rechazarla en caso de no cumplir con todos los aspectos técnicos establecidos en las especificaciones mencionadas; mientras que, para los aspectos económicos y de otra índole, prevalecerá lo indicado en los documentos y especificaciones contenidas en el pliego de requisitos.

Si durante los trabajos del contrato se presentan situaciones no previstas que requieran el desarrollo de ingeniería adicional de detalle, la CFE acordará con el Contratista, en un lapso de 3 días después de ocurrido el evento, el tiempo de ejecución de los trabajos incluyendo la ingeniería de detalle. Si el Contratista no cumple con las fechas acordadas, la CFE no reconocerá ningún costo ni tiempo adicional.

La CFE entregará al Contratista la “ingeniería realizada por la CFE” la cual se presenta en las columnas segunda y tercera denominadas “Básica” y ”Detalle” respectivamente del siguiente cuadro, a partir de la cual es obligación del Contratista desarrollar la Ingeniería que se establece en la cuarta columna denominada “Ingeniería a desarrollar por el Contratista”, en el entendido que la CFE podrá modificar la ingeniería durante la construcción en función de las condiciones encontradas en el sitio, considerando que por este motivo la Comisión no reconocerá modificaciones al Programa de Ejecución.

Frente	Ingeniería realizada por la Comisión		Ingeniería a desarrollar por el Contratista
	Básica	Detalle	
Excavación y Tratamientos		Estudio Geológico, Geohidrológico Geofísico y Geotécnico. Se cuenta con arreglo geométrico, geotécnico y estructural.	El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle de interfaces de acuerdo con el equipamiento electromecánico de su proceso constructivo.
Rampas de Acceso y Ventilación		Estudio Geológico, Geohidrológico, Geofísico y Geotécnico. • Se cuenta con arreglo geométrico, geotécnico y estructural.	Los tratamientos serán proporcionados por la Comisión al Licitante para la elaboración de su oferta. La Comisión podrá modificar los tratamientos durante la construcción en función de las condiciones encontradas en el sitio.
Túnel de Aproximación	Estudio Geológico, Geohidrológico Geofísico y Geotécnico. Se cuenta con arreglo geométrico, geotécnico y estructural.		Considerando el arreglo geométrico proporcionado por la Comisión el Contratista realizará la ingeniería de detalle de acuerdo a su procedimiento constructivo y equipo electromecánico.
Galerías de Aproximación	Estudio Geológico, Geohidrológico, Geofísico y Geotécnico. Se cuenta con arreglo geométrica, geotécnico y estructural.		Considerando el arreglo geométrico proporcionado por la Comisión el Contratista realizará la ingeniería de detalle de acuerdo a su procedimiento constructivo y equipo electromecánico.
Túneles de conexión	Estudio Geológico, Geohidrológico, Geofísico y Geotécnico. Se cuenta con arreglo geométrica, geotécnico y estructural básico		Considerando el arreglo geométrico proporcionado por la Comisión el Contratista realizará la ingeniería de detalle de acuerdo a su procedimiento constructivo y equipo electromecánico.
Sistema de Ventilación	Se cuenta con el arreglo conceptual		La Comisión proporcionará al Licitante a nivel de información general los planos con los arreglos conceptuales. El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle civil y electromecánica.

Sistema de Drenaje de Agua Subterránea	Se cuenta con el arreglo conceptual		La Comisión proporcionará al Licitante a nivel de información general los planos con los arreglos conceptuales. El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle civil y electromecánica.
Caminos de acceso	Se cuenta con arreglo conceptual		La Comisión proporcionará al Licitante a nivel de información general, los planos con el arreglo geométrico. El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle.
Caminos de construcción	Se cuenta con arreglo conceptual		La Comisión proporcionará al Licitante a nivel de información general, los planos con el arreglo geométrico. El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle.
Sistema de alimentación eléctrica	Se cuenta con arreglo conceptual		La Comisión proporcionará al Licitante a nivel de información general, los planos con el arreglo conceptual. El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle.
Sistema de extracción y tratamiento de agua	Se cuenta con arreglo conceptual		La Comisión proporcionará al Licitante a nivel de información general, los planos con el arreglo conceptual. El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalle.

Si el Contratista considera que la “Ingeniería realizada por la Comisión” es insuficiente o de alguna manera no cubre las necesidades para que el Contratista desarrolle la “Ingeniería a desarrollar por el Contratista”, puede desarrollar si lo considera conveniente, por su cuenta y riesgo dentro de la parte a Precio Alzado, los trabajos de ingeniería de campo y gabinete complementarios, que a su juicio sean necesarios para llevar a cabo la “Ingeniería a desarrollar por el Contratista”, en la inteligencia de que si el contratista decide llevar a cabo dichos trabajos complementarios ello no implica ninguna modificación ni en el plazo de ejecución ni en el Precio del Contrato.

En caso de que por procedimiento constructivo el Contratista requiera: modificaciones a la ingeniería de detalle (revisiones de la misma ante casos de carga especiales o diseño y construcción de obras civiles adicionales complementarias); la ingeniería de detalle en dichos casos, así como la seguridad y funcionalidad de las obras serán responsabilidad exclusiva del Contratista. La CFE se reserva el derecho de revisar la ingeniería desarrollada o modificada por el Contratista para aceptarla o rechazarla en caso de no convenir a los intereses de la CFE, o no cumplir con todos los aspectos técnicos establecidos en las especificaciones mencionadas, el o las revisiones en estos casos particulares no implicarán costos adicionales a la CFE.

5.1.1 Aspectos técnicos relevantes por considerar por los Concursantes

La Propuesta debe cumplir en todos sus aspectos con lo indicado en las Especificaciones Técnicas (civiles, eléctricas, mecánicas, calidad, seguridad física, ambientales, etc.); así como cumplir también con lo establecido en las Características Particulares y Adenda de las especificaciones técnicas de los equipos y sistemas electromecánicos.

El Concursante garantizará los valores y datos técnicos de cada uno de los equipos y sistemas suministrados de acuerdo con lo establecido en cada una de las especificaciones técnicas. Además, se establece que el Concursante deberá garantizar, mediante la presentación de una carta compromiso, por un período mínimo de 2 años, la existencia de cualquiera de las refacciones requeridas para cada equipo o sistema suministrado.

El Concursante debe considerar en el alcance de su propuesta técnica y económica, la ejecución de la ingeniería de detalle solicitada en el presente documento, así como todos los trabajos y pagos adicionales que se requieran para la realización del Proyecto, incluyendo: regalías a los propietarios de los bancos de materiales, costo de suministro de electricidad y agua, costo de los derechos de paso, costos asociados a la construcción, habilitación y mantenimiento de todos los caminos provisionales que se requieran durante la construcción, asimismo, aquellos trabajos y suministros que como resultado de las características y dimensiones de las obras por ejecutar y equipos a suministrar, requieran modificaciones u obras adicionales a las que existen actualmente en el sitio del Proyecto.

El Contratista debe tomar en cuenta que el detalle técnico de cada obra o estructura, debe ser el resultado del cumplimiento de todos los requisitos especificados.

El Contratista será responsable de llevar a cabo el levantamiento topográfico de detalle (superficial y subterráneo) de todas las áreas en las que se realizarán trabajos, información que deberá entregar a la CFE en un plazo no mayor a 15 días después de la fecha de inicio de los trabajos y actualizaciones cada 15 días de acuerdo como avance la obra.

La CFE no permitirá modificaciones ni desviaciones a la ingeniería básica y de detalle que pongan en riesgo la seguridad de las estructuras, fundamentalmente las que afecten la seguridad de las obras de rescate en la mina.

Para las rampas o túneles de acceso y ventilación, así como galerías, no se aceptarán modificaciones a la profundidad ni dimensión transversal de proyecto indicada en los planos. Para la caseta de ventilación que se construirá en complemento a la lumbrera, la CFE consideró para su diseño las cargas de un posible equipamiento, el cual puede diferir del propuesto por el Contratista en su Ingeniería de Detalle, por lo tanto, el Contratista debe revisar los valores finales obtenidos de la ingeniería de detalle del equipo.

Para la obra electromecánica (sistema de ventilación y sistema de bombeo y tratamiento de agua y sistemas de alimentación eléctrica en media y baja tensión), se proporciona la ingeniería conceptual para que los Concursantes coticen; sin embargo, de acuerdo a sus equipos y experiencia, el Contratista deberá desarrollar toda la ingeniería de detalle

necesaria. La ingeniería de detalle será responsabilidad del Contratista, por ser esta dependiente del equipamiento electromecánico, así como mecanismos de acceso de personal durante construcción y rezagado producto de excavación, que serán diseñados y proporcionados por el Contratista en su oferta. Será responsabilidad del Contratista proporcionar a la CFE los valores de cargas eléctricas definitivas que se obtengan de dicha ingeniería, así como los arreglos e información de interfase necesaria para la adecuación de la ingeniería de detalle civil.

El Contratista deberá preveer todas las obras auxiliares por procedimiento constructivo, el cual deberá ser considerado en su oferta económica, la CFE no reconocerá costos adicionales por obras no previstas.

El Contratista deberá contemplar que el producto de la excavación; deberá colocarse en la zona destinada para escombrera en un área aproximada 4,4Ha, que se localiza en un radio menor a 800 de distancia del portal de acceso, acorde a los planos del proyecto. La CFE, con base en los resultados de las excavaciones, podrá proponer modificaciones a los tratamientos, cuidando en todo momento que se garantice la estabilidad y seguridad de sus estructuras y respetando los parámetros de funcionalidad especificados.

El Contratista deberá realizar el diseño de mezclas para concreto convencional y lanzado, así como las pruebas necesarias para garantizar que los parámetros de diseño de las mezclas cumplan con lo especificado por la CFE en las especificaciones de construcción.

Las vialidades provisionales de construcción de las obras, deben ser propuestas por el Contratista de acuerdo con su experiencia y procedimiento constructivo, respetando la ingeniería básica establecida en los planos de las vialidades definitivas (ejes, perfiles y secciones), en caso de que el procedimiento constructivo implique modificaciones a las vialidades definitivas. Las vialidades y otro tipo de obras que proponga el Contratista como parte de su procedimiento constructivo. Estas vialidades y obras provisionales o definitivas que sean propuestas como procedimiento constructivo deberán quedar dentro de la propuesta económica del Contratista, sin que éstas representen ningún costo adicional posterior para la CFE.

Es responsabilidad del contratista que de acuerdo con el programa de construcción y con su procedimiento constructivo, que no se suspendan los trabajos por falta de cualquier tipo de personal, material o equipo para la construcción de la obra.

En todas las excavaciones el Contratista deberá considerar, en sus cantidades de obra, la línea de proyecto de acuerdo con lo estipulado en los conceptos correspondientes de los catálogos de concepto de obra, especificaciones técnicas y planos.

Los Concursantes deberán considerar en su proposición que están obligados a:

- Tener disponible en el Sitio el 100% de la maquinaria y equipo de construcción necesaria para la ejecución de la obra previamente al inicio de ésta.

- Previo al inicio de la excavación, disponer en obra del equipo propuesto y los materiales necesarios para realizar los tratamientos a dicha excavación.

5.1.2 Consideraciones Particulares de la parte de Precios Unitarios

Para el desarrollo de los trabajos que por su naturaleza no pueden ser previstos desde la etapa de Concurso y que pudiesen ser necesarios, como es el caso de condiciones geológicas, desprendimientos o derrumbes de paredes, caídos y tratamientos de la roca en las excavaciones, incluyendo sus respectivas obras complementarias; así como concretos adicionales y los volúmenes de material; la CFE elaborará un dictamen que defina el alcance de los trabajos a realizar debido a causas no imputables al Contratista, en la fecha en que dichos trabajos adicionales se requieran y se pagarán con la parte correspondiente a precios unitarios del Contrato.

5.1.2.1 Excavaciones líneas de proyecto y línea de tolerancia

La línea de proyecto (línea A) es aquella línea considerada en el diseño de los revestimientos primarios, por lo tanto, la línea de excavación no deberá sobresalir de la línea de proyecto. En el caso que así ocurra, el Contratista será responsable del tiempo y costo que esto represente.

En las excavaciones de las obras subterráneas, la línea de tolerancia (línea B) es la línea teórica que define las áreas con que se estimarán las secciones para fines de pago, tanto de excavación como de los recubrimientos o espesores de concretos. La separación entre líneas “A” y “B” será de 10 cm y aplica únicamente para las excavaciones subterráneas del proyecto.

De acuerdo con la información geológica entregada a los concursantes, a las observaciones en campo, a los estudios que pueda realizar en la etapa de concurso y a la experiencia, el concursante dentro del alcance del precio unitario para la “remoción de caídos”, evaluará las afectaciones en tiempo y costo en que pueda incurrir en las zonas afectadas por caídos o derrumbes no imputables al contratista que requieran tratamiento para la estabilización de las estructuras. En consecuencia, los concursantes deberán considerar en su evaluación que un porcentaje de las zonas donde ocurran estos caídos o derrumbes, por causas no imputables al contratista, requieren tratamientos para estabilización de las paredes y que esto pueda afectar los ciclos normales de excavación.

En las excavaciones exteriores la línea de proyecto es la línea única. No se hará ningún reconocimiento por separado por remoción de derrumbes o caídos, independientemente de las causas que los originen.

5.1.2.2 Concretos

a) Estructuras subterráneas

Para los concretos colocados en el portal, túneles y galerías, los Concursantes evaluarán en el precio unitario del catálogo de actividades, todos los costos en que incurra hasta la línea de tolerancia de excavación definida en la sección 5.1.2.1, la cual está localizada a 10 cm del paramento de la línea de proyecto. La CFE no hará ningún reconocimiento adicional por concretos colocados fuera de la línea de proyecto, excepto que la CFE ordene mediante dictamen técnico, el relleno en concreto de las oquedades causadas por caídos o derrumbes ocurridos más allá de la línea de tolerancia, no imputables al Contratista; en este caso, el volumen resultante del concreto se pagará con los precios unitarios “relleno de caídos “.

b) Concretos en excavaciones exteriores

La CFE no hará ningún reconocimiento adicional por concretos colocados fuera de la línea de proyecto, excepto que la CFE ordene mediante dictamen técnico el relleno de concreto de las oquedades causadas por caídos o derrumbes ocurridos más allá de la línea de proyecto y aquellos requeridos para la estabilización de taludes, no imputables al Contratista, en este caso el volumen resultante del concreto se pagará con los precios unitarios “relleno de caídos” o ”concreto para estabilización de taludes”.

5.1.2.3 Soporte, tratamiento, perforaciones para inyección y drenajes

Los tratamientos necesarios para garantizar la estabilidad de las estructuras a cielo abierto y subterráneas consisten en: colocación de anclas, aplicación de concreto lanzado, geotextil, geomembrana, colocación de malla electrosoldada y drenajes, anillos metálicos y enfilajes, serán evaluados a precio unitario.

La Comisión no reconocerá ningún pago del equipo que esté inactivo por motivo de los caídos o derrumbes que existan, considerando eventos que tengan hasta 5 días naturales de duración ni tampoco reconocerá el tiempo que tarden en remover el caído y el tratamiento que se realice.

La CFE no reconocerá ningún pago del equipo que esté inactivo por motivo de los caídos que existan y tampoco reconocerá el tiempo que tarden en remover el caído y el tratamiento que se realice.

5.1.2.4 Reglas para la Elaboración del Dictamen Técnico

En la Sección 5.1.2 anterior se establece que la CFE elaborará un dictamen técnico por problemas de orden geológico no imputables al Contratista, mediante el cual se definan trabajos a ejecutar debido a causas no imputables al Contratista.

Dada la relevancia e importancia de este “Dictamen Técnico”, a continuación se establecen las condiciones obligatorias para elaborar dicho dictamen, estas condiciones son obligatorias para el Contratista para que la elaboración de este dictamen sea procedente; ya que en caso de ser improcedente, el Contratista debe prever los costos de construcción que tendrá a su cargo, ya que “las sobreexcavaciones que se deriven de inadecuadas

técnicas de voladura no serán motivo de reconocimiento de pago", según se establece en el capítulo "Alcance e integración de precios unitarios".

Las condiciones para que sea procedente la elaboración del dictamen técnico por problemas de orden geológico por parte de la CFE, mediante el cual se determina la imputabilidad en caso de caídos, fallas y deslizamientos en lumbreras son las siguientes:

En el caso de las excavaciones subterráneas se establece la línea de tolerancia como línea de pago para excavaciones y revestimientos, con esta línea se considera que el Contratista cubre sus fallas normales de procedimiento de excavación, como: alineamiento incorrecto de la perforación de precorte o postcorte, alineamiento de perforación en general, errores de marcación topográfica, daños a la roca por una carga inadecuada de material explosivo, errores de diseño de las voladuras, desprendimientos de roca normales que no se hayan propiciado por una falta de tratamiento de soporte, por una inadecuada carga de material explosivo en el procedimiento, por un error de diseño de la voladura o por sismicidad inducida que favorezcan desprendimientos. Con la línea de tolerancia, la CFE cubre el costo en que incurre el Contratista por cualquiera de los errores o fallas mencionadas. Con el pago a línea de tolerancia de concretos y excavaciones la CFE asume el riesgo geológico que implica la excavación subterránea, bajo condiciones normales de ejecución, entendiéndose con esto que los trabajos se han ejecutado en estricto apego a un procedimiento de excavación presentado por el Contratista y previamente aprobado por la CFE; siendo condición obligada que cada voladura haya sido diseñada por el Contratista y aprobada por escrito previamente a su ejecución por la supervisión de la CFE.

El riesgo geológico que la CFE asume es exclusivamente para eventos de gran magnitud, en caso de caídos, fallas y deslizamientos en las lumbreras, cuando éstos se deben a condiciones geológicas exclusivamente y no a la ejecución de procedimientos inadecuados o incorrectos de parte del Contratista; de tal manera que no se dictaminarán todas las voladuras de avance de excavaciones exteriores o subterráneas, únicamente aplicará la elaboración por parte de la CFE del dictamen técnico por problemas de orden geológico de imputabilidad mencionado en las Secciones 5.1.2 y 5.1.2.1, cuando se cumplan las condicionantes que se relacionan.

Cualquier incumplimiento de los incisos que a continuación se precisan, será motivo para dar como improcedente la elaboración de dicho dictamen, y en este caso, el Contratista asume toda la responsabilidad que se deriva en caso de caídos, fallas y deslizamientos en las lumbreras, siendo responsabilidad del Contratista la sobreexcavación producida, misma que no será motivo de pago, así como los concretos de relleno, inyecciones o tratamientos de estabilización que se requieran como resultado de estas sobreexcavaciones.

La CFE elaborará un dictamen técnico por problemas de orden geológico en caso de caídos, fallas y deslizamientos en las lumbreras, sí y solo sí:

a) El Contratista cuenta con un procedimiento de excavación subterránea o a cielo abierto previo a la ejecución de la excavación correspondiente, que esté debidamente aprobado por escrito por la CFE.

b) El Contratista cuenta con el diseño de la voladura correspondiente previo a la ejecución de esta, que esté debidamente aprobada por la CFE y que ésta haya sido debidamente aplicada y verificada por las partes.

c) Que el Contratista haya ejecutado, previo a la voladura, el precorte o postcorte correspondiente según el caso de que se trate, tratándose de voladuras a cielo abierto o subterráneo respectivamente, en el entendido de que en obras subterráneas también se dan casos de precortes. Dichos precortes o postcortes deben ejecutarse en las líneas de proyecto o línea de tolerancia, cualquier orientación o modificación del alineamiento de las perforaciones, derivadas por errores o por el procedimiento de ejecución del Contratista, es bajo su responsabilidad, por lo que debe asumir los costos de sobreexcavaciones y rellenos de concreto que de esto se derive.

d) En caso de caídos, fallas y deslizamientos en lumbreras, solamente será procedente la elaboración del dictamen técnico por problemas de orden geológico, cuando la magnitud de este evento sea mayor a un sexto del tamaño de la dimensión menor de la sección en caso de excavaciones subterráneas, o que sea mayor a un sexto de la altura de los cortes en caso de excavaciones de banqueo. La magnitud del evento se medirá normalmente sobre la mayor profundidad del caído, falla o deslizamiento, a partir de la línea de tolerancia para excavaciones subterráneas o a partir de la línea de proyecto para excavaciones a cielo abierto. Para ser más claros en cuánto a esta medición a continuación se citan algunos ejemplos:

Cuando se excava un túnel de 5 metros de sección, un sexto corresponde a 5/6=0,83 metros.

Cuando se ejecute la excavación de una media de sección de 5 metros de diámetro, un sexto corresponde a 2,5/6=0,42 metros.

El Contratista debe proponer y aplicar estrictamente la tabla de cargas máximas permisibles por tiempo de retardo en el diseño de voladuras, para evitar daños en la roca adyacente o contigua a las fronteras de las voladuras, de los taludes, caras o cortes definitivos de cada estructura, principalmente en la cercanía de estructuras de concreto, montajes de partes electromecánicas u otras excavaciones en proceso. El Contratista deberá en todo momento aplicar la especificación de excavaciones y tratamientos, así como, la tabla de cargas máximas debe estar previamente autorizada por la CFE para su aplicación.

Es condición obligada que el Contratista dé estricto cumplimiento al diseño y procedimientos de tratamientos de estabilización de la roca durante el proceso de excavaciones, estos

tratamientos deben ejecutarse oportunamente según el procedimiento de construcción aprobado, diseño, recomendación o especificación.

5.2 Obras civiles

5.2.1 Portal de entrada.

El portal de entrada forma parte de la rampa general de acceso y ventilación Norte – Sur el cual conecta con los túneles de acceso y ventilación, se encuentra excavada en un conglomerado de arcillas y parte en Lutitas. La rampa del portal de acceso tiene un pendiente del 17.633%, obteniéndose una altura máxima de excavación de aproximadamente 10,00 m y una longitud de desarrollo de 60,00 m. La sección de excavación es rectangular de 26,50 m de ancho. El talud de excavación en las paredes se estableció de 0,5:1. Los tratamientos establecidos corresponden a concreto lanzado con fibras metálicas y anclas de fricción a un arreglo de tresbolillo.

Sobre la rampa del portal de entrada se tiene una losa de rodamiento de concreto hidráulico con un ancho de corona de 5.40 m y un bombeo a dos aguas del 2%, con una cuneta al término de la losa que capta los escurrimientos y son conducidos a un cárcamo de bombeo, el cual está ubicado en la zona más baja del portal, entre el macizo de roca que forman los túneles de acceso y ventilación. El agua captada en este cárcamo se bombeará a la parte superficial para su disposición final o a la planta de tratamiento.

La losa de rodamiento se extiende hasta el nivel de terreno natural y posterior a esta se amplían en todo el ancho del portal, en donde su función principal es una zona de maniobras de equipos.

El portal de entrada en su perímetro cuenta con un sistema de captación de escurrimientos superficiales, mediante una cuneta de sección trapecial de 0,70 m de ancho de plantilla y taludes de 0,5:1 de altura variable de acuerdo a la pendiente del ramal que varía entre el 1 y 2%.

El alcance requerido es la desde la preparación del terreno, desmontes, despalmes, excavación, tratamientos, obras de drenaje, accesos, instalaciones complementarias para los procedimientos constructivos del resto de obras y sistemas.

5.2.2 Túneles o rampas de Acceso y Ventilación.

Se trata de dos túneles identificados como rampa de acceso y rampa de ventilación. La primera tiene una sección libre de 5,00 m de ancho y 4,50 m de altura. La segunda mide 4,00 m de ancho por 4,00 m de altura. En ambos casos se construirá una plantilla de nivelación y encima una losa de concreto reforzado de 10 y 25 cm de espesor, respectivamente. Para captar filtraciones, tiene una cuneta y una rejilla que dirige el flujo a un cárcamo de bombeo. La pendiente es de 17.633 % y tienen una longitud aproximada de 693 m.

Respecto al tratamiento de la roca, emplear tres tipos, A, B y C. El tratamiento tipo A consiste en concreto lanzado de 5 cm de espesor en 2 capas con fibras metálica, más anclaje de varilla corrugada de 25.4 mm y 3 m de longitud. El tipo B se compone por concreto lanzado de 10 cm de espesor en dos capas con fibras metálicas, más anclaje de varilla corrugada de 25.4 mm y 3,00 m de longitud. El tipo C corresponde a marcos metálicos empacados con concreto hidráulico. Los marcos se componen por 5 piezas de perfil IR, las cuales se conectarán mediante tornillos y se sujetarán entre ellos mediante separadores de acero de perfil redondo liso.

La comunicación entre el túnel de acceso y ventilación se realiza mediante cinco cruceros con sección tipo túnel de dimensiones de 4 m de ancho por 4 m de altura, cada uno con una longitud aproximada de 23 m a eje de los túneles. Para el tratamiento de la roca en estas secciones se emplearán los tres tipos mencionados anteriormente. La elección de alguno de ellos se hace de acuerdo con las características geotécnicas de la roca

5.2.3 Galerías de aproximación.

Son galerías de sección geométricas libre de 5,00 m de ancho por 3,50 m de altura en sección portal, cuentan con una plantilla de concreto de nivelación de 10 cm de espesor, los cuales tienen como objetivo principal, dar acceso para la construcción de los túneles de aproximación, las galerías de aproximación tienen su inicio a partir de las rampas de acceso y se distribuyen de manera general en todo el proyecto.

5.2.4 Galerías de conexión.

Son galerías cuya sección geométrica es de 4,00 m de ancho por 3,50 m de altura, cuentan con una plantilla de nivelación de 10 cm de espesor y su objetivo principal es conectar con los túneles siniestrados de la mina Pasta de Conchos, las galerías de conexión tienen su inicio a partir de las galerías de aproximación y terminan dejando un pilar de seguridad cuya longitud deberá ser aprobado por la Comisión en base a las exploraciones que realice el Contratista y las condiciones geotécnicas y de seguridad del frente de excavación

5.2.5 Escombrera o banco de tiro.

El sitio considerado para la disposición del material producto de la excavación del sistema de galerías es dentro del área del predio de IMMSA, su ubicación se define mediante 4 vértices con las siguientes coordenadas:

VÉRTICE	X	Y
5	270,103.962	3,095,081.168
6	270,395.019	3,095,134.291
7	270,423.626	3,094,989.302
8	270,128.770	3,094,935.420

El área definida propuesta es de forma rectangular con una dimensión aproximada de 300.00 m por 150,00 m la cual cubre un área de 4,40 ha y una altura propuesta de 6,00 m. La capacidad de almacenamiento de la escombrera es de 200,760 m3.

El diseño de la escombrera incluye un camino perimetral con un ancho de vía de 7,00 m que permite las maniobras necesarias para el depósito del material producto de la excavación de las galerías de acceso, ventilación, aproximación y de conexión.

Se propone un sistema de drenaje para la escombrera, el cual es un sistema de drenes principales y secundarios que permiten desalojar el agua producto de las lluvias para evitar afectaciones a la escombrera.

5.2.6 Suministro de equipo para inspección de galerías

El contratista deberá suministrar a la Comisión equipo para realización de inspecciones visuales y físicas en el interior de las galerías existentes mediante medios remotos para garantizar la seguridad del personal. Este equipo será suministrado a la Comisión para que ésta opere los mismos y realice las inspecciones en los momentos que así lo determine. El equipo por suministrar es el siguiente:

- Cámara portátil de video-filmación de alta resolución (GR-CAM-1300 o similar), consistente en el sistema de cámara a color con vista frontal y lateral con odómetro integrado, control remoto, cable coaxial Kevlar de mínimo 300 m de longitud, sistema guías, monitor a color y grabadora DVD.R de 16 GB mínimo, batería con cargador, equipo de cómputo y software.
- Escáner laser 360° para excavaciones subterráneas, modelo C-ALS Gyro System o similar con diámetro máximo de 50 mm diámetro, dimensiones aproximadas de 50 mm de diámetro con un 1.1 m de longitud, resolución mínima de láser de 1 cm, rango máximo de 150 m y mínimo de 0.5 m, ángulo de medición de -90 a 90° vertical y 360° horizontal, sensores de navegación, fabricación con aluminio y/o acero inoxidable y certificación IP67, incluyendo tableta reforzada C-ALS/VS+, juego completo de varillas 54 m y cable C-ALS de 55 mr.
- Vehículo aéreo no tripulado (drone) modelo DJI Matrice 300 o similar, con módulo LiDAR, y sistema de detección de gases; incluyendo el equipo DJI Matrice 300, DJI smarthcontroller, maleta de transporte, tren de aterrizaje, juego completo de hélices (x4), cargador USB, batería WB37 (emisora), tornillos y herramientas, batería inteligente, estación de carga DJI BS60 para carga rápida de baterías, sensor LiDAR Emesen Hovermap HF1 (SLAM) de campo de visión 360°, rango de 0.4 a 100 m, precisión de 30mm, 300,000 puntos por segundo; sistema de detección y escaneo multigases Sniffer 4D V2, mediante electroscopía de absorción laser, detección mínima de SO2, CO, VOCs, LEL, CH4,H2S, H2; y estación móvil Phantom 4 D-RTK2.

En los primeros 30 días de iniciado el contrato, el contratista entregará las especificaciones y fichas técnicas de los equipos que suministrará para que la Comisión a través de la Residencia de Obra dé el visto bueno de las mismas. Una vez aprobados las especificaciones de los equipos, se tendrá un lapso de hasta 90 días para que los mismos sean entregados a la Residencia de Obra de la Comisión, la entrega deberá incluir los equipos antes mencionados, sus accesorios, los manuales de operación y mantenimiento, y las garantías de los fabricantes.

5.3 Obras electromecánicas

5.3.1 Sistema de Ventilación Principal

El sistema de ventilación estará compuesto por equipos de ventilación en 3 puntos: portal, lumbrera PCT-1 y lumbrera PCT-2. En cada uno de estos puntos deberá suministrarse e instalarse cuando menos un equipo de ventilación principal y un equipo auxiliar, este sistema de ventilación principal deberá proporcionar en el frente de excavación un gasto de aire fresco de 15 m3/s como mínimo por frente. El Contratista será responsable de realizar toda la ingeniería de detalle del sistema de ventilación principal, que garantice las condiciones adecuadas de seguridad para el trabajo en los diferentes frentes de trabajo. Asimismo dentro de su alcance se contempla, el suministro, instalación, pruebas, puesta en operación y kit de refacciones de todos los equipos necesarios para el adecuado funcionamiento de este sistema, acorde a este documento y las especificaciones del proyecto.

La Comisión entregará planos conceptuales de la caseta de ventilación que conectan con las lumbreras de ventilación, para ellos se requiere que estas sea dividida en dos secciones, una sección es para el ingreso de aire limpio de forma natural, y la otra sección para la extracción del aire viciado por medio de un ventilador; la diferencia de presiones entre las dos secciones se va a generar con la instalación de una mampara colocada a todo lo largo de la lumbrera, la sección de aire viciado se le va a colocar una tapa en la parte superior de acero galvanizado, que se pueda.

5.3.2 Instalaciones eléctricas

El portal de acceso debe contar con la infraestructura eléctrica requerida necesaria para la operación de los equipos de excavación, perforación, ventilación, bombeo, control y monitoreo, servicios auxiliares, iluminación, etc. El sistema eléctrico para el portal de acceso consiste principalmente con:

- Línea eléctrica en media tensión (prácticamente a pie de utilización)

- Transición aérea – subterránea
- Subestación eléctrica
- Transformadores de potencia
- Equipos de protección e interrupción
- Tableros de distribución en baja tensión
- Estaciones modulares a prueba de explosión e intrínsecamente seguras
- Conductores
- Conexiones

Cada uno de los elementos tiene una función específica como parte del sistema eléctrico, el cual comienza en superficie en el punto de conexión que indique CFE y hasta el suministro de energía eléctrica en las galerías de aproximación y conexión dentro de la mina. Para esta etapa en el portal de acceso se desarrollará una subestación eléctrica principal para la construcción del portal y posteriormente el suministro eléctrico para el proceso de rescate de los cuerpos, por lo que es importante que el contratista desarrolle un plan ordenado en el sistema eléctrico.

El suministro de energía eléctrica al interior de la mina se llevará a cabo por medio de estaciones modulares de transformación a prueba de explosión e intrínsecamente seguras, las que deben contar con sistema de monitoreo y control de gases y monitor de tierra principalmente, por lo que el contratista debe elaborar el protocolo de control, salvaguardando la integridad del personal y de la infraestructura eléctrica.

Las estaciones modulares en interior de mina serán alimentadas desde la subestación eléctrica principal en superficie por medio de conductores especialmente diseñados para las condiciones en mina de carbón y calibres de conductores adecuados para las cargas consideradas por el contratista y que en todo momento deben cumplir con la normativa vigente para tales procesos. Las estaciones modulares de transformación y conexión son móviles a prueba de explosión e intrínsecamente seguras y se desplazaran de acuerdo al avance de la construcción de la rampa del portal de acceso y en todo momento debe cumplir normativamente.

Las conexiones eléctricas en interior de mina deben ser por medio de plogas, las cuales deben ser adecuadas a la carga a alimentar garantizando una conexión segura y firme.

En las especificaciones eléctricas se indica el detalle del suministro, normas, criterios y condiciones de diseño; así como el cuestionario y requerimientos específicos de cada caso.

En forma genérica el alcance del suministro incluye: el diseño, fabricación, suministro, transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio.

El contratista debe considerar en todo momento:

- La ejecución de la obra eléctrica se desarrollará por personal calificado, con productos y materiales aprobados. El equipo eléctrico debe instalarse de acuerdo con sus instrucciones de instalación.
- Las características del equipo eléctrico, una vez seleccionadas, no deben reducirse durante el proceso de instalación.
- Las conexiones entre conductores y con equipos eléctricos, debe realizarse de tal manera que los contactos sean seguros y duraderos, usando conectores ó plogas adecuadas y aprobadas para su uso.
- Los equipos eléctricos deben instalarse de tal forma que no se afecten las condiciones de diseño de dispersión de calor de dichos equipos.
- Por razones de seguridad, debe instalarse señalización de advertencia y/o de precaución, así como considerar la protección de la infraestructura eléctrica, limitando solo el acceso a personal calificado.
- En caso de una adición o una modificación a una instalación existente, los valores asignados y las condiciones de los materiales existentes deben analizarse, considerando la carga adicional y las condiciones modificadas. Además, las conexiones a tierra y arreglos de puesta a tierra necesarios y estas serán apropiadas a las medidas de protección seleccionadas para la seguridad.
- Todos los cables conductores de energía deben ser identificados con una etiqueta a base de PVC, firmemente sujetada en cada extremo (lado del suministro de energía y del lado de conexión al equipo), con su identificación correspondiente.
- La identificación de los conductores debe ser con el número de circuito de acuerdo al plano de diagrama unifilar, indicando a continuación entre paréntesis la fase correspondiente para cargas monofásicas.
- La instalación de los equipos eléctricos debe ser sobre una base de concreto reforzado, la cual debe ser diseñada de acuerdo a las características particulares de los equipos considerados, respetando en todo momento las distancias de seguridad entre ellos, para la operación y mantenimiento, así como considerar su anclaje.
- Para la correcta ejecución de las obras y en todas las áreas que lo requieran, el Contratista tendrá a su cargo el suministro, instalación, operación y mantenimiento de todos los equipos y sistemas necesarios para proporcionar el alumbrado y señalización adecuada en todas las excavaciones subterráneas, acceso y tránsito peatonal, áreas de maniobra de equipo, zonas de obra, talleres, escombreras,

almacenes, campamentos, oficinas, caminos y vialidades principales o secundarias, los cuales deben cumplir con las normas relativas a iluminación, y señalización, para cumplir los requerimientos de Seguridad e Higiene establecidos por la CFE

5.3.2.1 Sistema de alimentación eléctrica.

El contratista realizará la construcción y puesta en servicio de una línea de distribución en media tensión aérea trifásica, que deriva de una red pública existente con sistema 3F- 3H de CFE Distribución y hasta el último poste en red aérea a pie de utilización en la respectiva subestación del proyecto y los requerimientos propios del contratista para sus instalaciones y procedimientos constructivos, lo anterior en apego a la normatividad aplicable del suministrador.

El suministro, instalación y construcción de la línea eléctrica en media tensión considera: la menor longitud, menor número de estructuras, operación simple y segura, costo mínimo de mantenimiento, valorando los puntos siguientes:

- Para salvaguardar la integridad se debe de respetar lo indicado en la normatividad correspondiente.
- Considerar la protección al medio ambiente: analizar la trayectoria más conveniente para minimizar el impacto del entorno.
- Tramos rectos: minimizar el número de deflexiones de la línea.
- Debe de garantizar el fácil acceso para la construcción, operación y mantenimiento de la línea con la autorización correspondiente de particulares.
- Evitar obstáculos: de edificios, árboles, líneas aéreas y subterráneas de comunicación y anuncios, según sea el caso.
- Determinar puntos obligados: para distribuir tramos interpostales, en base a deflexiones y/o desniveles de terreno.
- Prever impactos en los postes: con base a la afluencia vehicular y sus características determinar el trazo y tipo de estructura a utilizar.
- Considerar la instalación de equipo de protección, conexión y desconexión, para la operación y mantenimiento de las instalaciones.

El contratista deberá realizar los procesos de gestoría, ingeniería (en caso de realizar obras por terceros) y suministro e instalación de todos los materiales requeridos para la construcción de la red aérea de media tensión al sitio de utilización.

Los trámites ante CFE Distribución se realizan en apego a la especificación DCPROTER - Construcción de Obras por Terceros y la especificación DCPROASOL - Atención de

Solicitudes de Servicio de Energía Eléctrica, los cuales establecen los procedimientos a seguir para la interconexión al servicio de energía pública.

En este proceso la contratista funge como gestor y realiza la comitiva técnica y documental, para coordinar, tramitar y dar seguimiento a los oficios para cumplir con todos los requisitos y se pueda llevar de forma exitosa la interconexión.

Como parte de las actividades que debe realizar el contratista en coordinación con CFE Distribución se encuentran de manera enunciativa más no limitativa las siguientes, las cuales aplicaran en función del tipo de tramite:

- Identificación de punto de interconexión.
- Solicitud de factibilidad.
- Solicitud de servicio de energía. El dato más importante en esta solicitud está referido a la demanda a contratar, misma que debe ser determinada por el contratista en apego al proceso que determine para la construcción, acorde a las cargas eléctricas de los sistemas contemplados como pueden ser el sistema de ventilación, sistema de aire comprimido, bombeo, bandas para rezaga, servicios propios, etc.
- El contratista debe considerar la demanda de acuerdo al diseño de la ingeniería de detalle que desarrollará.
- Pago de cargos indicados en Oficio de Presupuesto de Obra (OPO), como pueden ser cargos por ampliación, revisión de proyecto, supervisión y conexión de obra, según sea el caso.
- Notificación a CFE de ejecución de los trabajos por aportaciones o por terceros, según se ajuste a las necesidades en tiempo y costo del proyecto integral.
- Presentar la ingeniera de la línea de distribución y medición a CFE Distribución para su aprobación (en caso de obra por tercero) en apego a las normas del suministrador.
- Aprobación para construcción.
- Realizar contrato de conexión, incluido el depósito en garantía.
- Autorización de puesta en operación.
- Puesta en operación.

La CFE proporcionará carta poder para que la CONTRATISTA realice los trámites correspondientes para el contrato del suministro de energía.

El Contratista será responsable del pago de la energía que consuma durante el desarrollo de los trabajos.

La construcción de forma enunciativa y no limitativa incluye el suministro de los materiales y equipo, carga, descarga, acarreo al sitio, maniobras, despalme, limpieza, instalación (maquinaria, herramientas, mano de obra especializada) pruebas y puesta en servicio, teniendo las siguientes consideraciones:

- Trazos y libramientos.
- Empotramientos.
- Ensambles de estructuras de acuerdo a ingeniería.
- Retenidas de acuerdo a ingeniería.
- Conductores ACSR.
- Equipo eléctrico.
- Sistema de puesta a tierra.
- Cortacircuitos y apartarrayos.

Todos los materiales y equipos eléctricos suministrados e instalados deben cumplir con las especificaciones de CFE y cuentan con certificado de calidad emitido por LAPEM.

Los alcances del servicio son enunciativos más no limitativos. El contratista deberá considerar todo lo necesario para cumplir en tiempo, costo y forma con los requerimientos y normatividad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

5.3.2.2 Sistema de distribución eléctrica en superficie.

El contratista suministrará e instalará el sistema de distribución eléctrica en superficie, el cual partirá desde la última estructura aérea en media tensión, debe incluir la transición aérea – subterránea, registros, canalizaciones subterráneas, conductores, conexiones equipos de protección y seccionamiento, los equipos de transformación, así como la obra civil requerida.
El contratista debe desarrollar y poner a revisión y aprobación por parte de CFE, la ingeniería de detalle del sistema eléctrico, una vez que haya definido las cargas que demandarán los procesos de:

- Ventilación principal y secundaria
- Sistema de aire comprimido
- Bombeo
- Servicios propios
- Control y monitoreo
- Bandas para rezaga
- Requerimientos y preparativos que proyecte para interior de mina.
- Otras cargas requeridas por el desarrollo de los trabajos en el proyecto.

Los elementos de la instalación eléctrica deberán de considerar las siguientes características:

1) El sistema eléctrico se diseñará para dar servicio continuo, brindar seguridad al personal y al equipo, facilidad de mantenimiento y manejo de operación, pérdidas

mínimas de potencia, protección mecánica del equipo y posibles incrementos futuros de carga con el costo mínimo.

2) Toda instalación eléctrica debe contar con un proyecto eléctrico (planos y memorias técnico-descriptivas). Los planos eléctricos varían ampliamente en su alcance, presentación y grado de detalle. El plano eléctrico más común es el diagrama unifilar que identifica y suministra información sobre las dimensiones de los componentes y elementos principales del sistema eléctrico y muestra cómo la potencia es distribuida desde la fuente, hasta el equipo de utilización.
3) Las memorias de cálculo y planos eléctricos deberán ser revisadas y aprobadas por una UVIE (Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas).
4) Los niveles de aislamiento, capacidades interruptivas, capacidades continuas de corriente, protección de circuitos y resistencias mecánicas, se seleccionarán de acuerdo con los cálculos y recomendaciones de las normas de referencia vigentes, para asegurarse que todo el equipo se especifica para el trabajo requerido.
5) El sistema de protección (relevadores, fusibles, unidades de disparo, etc.) se seleccionarán y coordinarán para asegurarse de que se abrirá primero el interruptor más cercano a la falla (protección primaria) y posteriormente deberá de operar la protección de respaldo. Esto con el objetivo de reducir al mínimo las interrupciones en el sistema.
6) Se deberá de considerar la elaboración y el modelado de los cálculos de corto circuito, coordinación de protecciones, flujos de carga, caídas de tensión al arranque de motores, factor de potencia, de las instalaciones; lo anterior con objeto de que el centro de trabajo o el área de ingeniería puedan efectuar actualizaciones.
7) Se debe considerar fuente de respaldo (planta generadora de emergencia) en los procesos de ventilación y bombeo principalmente que se consideran críticos para la seguridad del personal en interior de mina.
8) En la selección de equipo y materiales se debe cumplir con lo indicado en la norma NOM-032-STPS-2008.

A continuación, se indican las características mínimas que el diseño, construcción y puesta en servicio deberá cumplir respecto del sistema eléctrico, sistema de puesta a tierra y sistema de protección contra descargas atmosféricas.

Esta instalación comprenderá a título enunciativo, mas no limitativo:

I. Subestación compacta para operación en intemperie en media tensión en 34.5 kV,
II. Transformador de potencia trifásico con capacidad de hasta 3 MVA, con relación 34.5 kV / 4.16 kV.
III. Transformador de potencia trifásico con capacidad de hasta 2 MVA, con relación 4.16 kV / 480 V.

IV. Transformador trifásico de relación 480 V – 220/127V, con capacidad de acuerdo a la ingenieria de detalle que desarrolle el contratista para cada uno de los procesos o sistemas.
V. Los sistemas de protección eléctrica necesarios para la seguridad y correcta operación de los equipos y su conjunto.
VI. Tableros metálicos blindados tipo Metal Clad para tensiones de 4.16 kV,
VII. Tableros de distribución de 1000 VCA,
VIII. Tableros de distribución en 480 VCA,
IX. Tableros de distribución en 220/127 VCA.
X. Conductores monopolares y múltiples para los diferentes voltajes y cargas de acuerdo al diseño del sistema eléctrico de distribución en superficie, conectores y accesorios adecuados,
XI. El sistema de tierras, necesario para la protección de personal y de la infraestructura.
XII. El sistema contra descargas atmosféricas.

El alcance incluye el suministro, instalación, pruebas y puesta en operación de cada uno de los elementos que compone este sistema.

Para la selección de las protecciones del lado primario y secundario, se deberá considerar la tecnología actual que brinde confiabilidad y seguridad al sistema.

El diseño de la subestación debe tomar en cuenta las condiciones ambientales del lugar de instalación como son: Temperatura ambiente (máxima, mínima y media), altitud sobre el nivel del mar, velocidad del viento, clasificación sísmica, contaminación ambiental, humedad, entre otros.

Para las áreas exteriores como: zonas de obra, operación de equipo eléctrico y mecánico, áreas de maniobra, estacionamientos, vialidades internas y definitivas; debe suministrar alumbrado para servicio en intemperie, de acuerdo a su utilización, tipo LED.

5.3.2.3 Sistema de distribución eléctrica en interior de mina (túneles y galerías).

El Contratista suministrará, e instalará el sistema de distribución eléctrica dentro de la mina, el cual partirá desde la subestación compacta en superficie con tensión de 4.16 kV en superficie, considerando los módulos dentro de mina a prueba de explosión, incluyendo los alimentadores, canalización y sistema de anclaje a lo largo de la lumbrera. El sistema de distribución eléctrica en superficie deberá ser capaz de alimentar el conjunto de cargas de hasta 2MVA en el interior de mina (ventilación auxiliar, iluminación, equipos de excavación, bombeo, bandas transportadoras, etc.).

Esta instalación comprenderá a título enunciativo, mas no limitativo en:

I. Módulo a prueba de explosión está integrado con interruptores de potencia en 4.16kV y 1000V que garanticen una operación segura y confiable; con equipo de

transformación a prueba de explosión en media tensión de 4,16 kV / 1,000 V con capacidad de hasta 1000kVA.

II. Módulo a prueba de explosión está integrado con interruptores de potencia en 4.16kV, 480 y/o 220 V que garanticen una operación segura y confiable; con equipo de transformación a prueba de explosión 4.16 kV / 480 y/o 220 V con capacidad de hasta 500kVA.

III. Conductores múltiples para los diferentes niveles de voltaje, características particulares para su uso en interior de mina con monitoreo de falla a tierra y cargas de acuerdo al diseño que considere para el sistema eléctrico.

IV. Conexiones seguras a prueba de explosión por medio de plogas que garanticen la operación segura y confiable del sistema eléctrico en interior de mina.

V. Se debe considerar que las subestaciones en interior de mina serán móviles, en función del avance del proceso constructivo y localizadas hasta una distancia donde la caída de tensión sea permisible para la correcta operación de las cargas, por lo que se deben considerar las maniobras, conductores, accesorios, módulos de empalme en media y baja tensión según sea el caso.

El alcance incluye la ingeniería de detalle, suministro, instalación, pruebas y puesta en operación de cada uno de los elementos que compone este sistema.

El Sistema de monitoreo, control, automatización y adquisición de datos. (Superficie e interior de mina) tiene la función de monitorear y controlar las variables de proceso y de seguridad en tiempo real, en forma secuencial para garantizar el bienestar del personal, así como realizar el control supervisorio, manejo a distancia y adquisición de datos durante el proceso de construcción y rescate de los cuerpos mineros. El sistema debe incluir todo lo necesario para operar al 100% de forma ininterrumpida, así como permitir el envío/recepción de información desde y hacia niveles superiores, considerando el enlace y explotación del propio; el sistema debe ser a prueba de explosión e intrínsecamente seguro durante todo el proceso de operación.

Estación modular de transformación con conexión y desconexión a prueba de explosión e intrínsecamente segura. (Interior de mina), con capacidad mínima de 1000 kVA, con conexión y desconexión en 4,160 y 1000 VCA, módulos insertables de protección y distribución de energía, Icc ≤ 21 kA, frecuencia de operación de 60 Hz, refrigeración natural por medio de aire, utilización subterránea, con celda de protección para primario, cuba resistente a presión para transformador y tablero de distribución en secundario (baja tensión). El contratista debe considerar los elementos insertables, plogas o conectores, conexiones y entrada de alimentadores que garanticen su operación en conjunto en condiciones explosivas.

El sistema de alumbrado en interior de mina se conformará para las diferentes áreas que integran los trabajos de construcción y operación del proyecto, con luminarias tipo LED y

capacidades requeridas en forma específica para iluminar las galerías, túneles, rampa, accesos, zonas de obra y maniobra.

Para el alumbrado de emergencia en interior de mina debe considerarse luminarios aptos para entornos peligrosos, a prueba de explosión e intrínsecamente seguras lámparas tipo LED, baterías seguras con autonomía mínima de 90 minutos e indicadores de carga.

5.3.3 Sistema de bombeo y tratamiento de agua de galerías existentes.

Se deberá instalar un sistema para realizar el vaciado de agua de las galerías existentes. Este sistema consistirá en la construcción de 2 pozos de agua ubicados en sitios donde existen actualmente barrenos de exploración, así como el equipamiento de éstos y 2 pozos existentes, el equipamiento incluye el equipo de bombeo, tren de descarga, medidor de flujo, la construcción de líneas de conducción hasta el sitio de ubicación para el sistema de tratamiento de agua, sistemas de rebombeo de ser requerido, construcción equipamiento y puesta en servicio de sistema de tratamiento de agua y fosa de sedimentación e inspección de sólidos, alimentación eléctrica en media y/o baja tensión hacia los sitios de pozos para alimentación de equipos de bombeo e instalaciones requeridas, construcción de accesos, obra civil, eléctrica y mecánica requerida. El alcance contempla la ingeniería de detalle necesaria para el correcto funcionamiento del sistema, pruebas y puesta en operación.

5.4 Sistema de Auscultación

La CFE indicará el Sistema de Auscultación del proyecto, con el objetivo de contar con información cuantitativa del comportamiento de las obras civiles durante su construcción y operación, y eventualmente introducir adecuaciones al diseño o a las especificaciones de construcción para corregir con oportunidad las anomalías o desviaciones al comportamiento esperado que permitan tener estructuras seguras.

Se prevé la instalación de sistemas de medición y monitoreo en tiempo real durante la construcción y operación de las estructuras, particularmente en las excavaciones subterráneas y a cielo abierto, principalmente en los sitios asociados a estructuras geológicas plenamente identificadas, que además se considere pongan en riesgo la seguridad del personal y equipo.

La cantidad, tipo, especificación y ubicación de instrumentos está indicado en los planos y especificación técnica correspondiente. En términos generales se debe contemplar la instalación de referencias topográficas, inclinómetros, inclinómetro multipunto, extensómetro multipunto, celdas de presión, piezómetros eléctricos, pozos de observación y clinómetros. Adicionalmente al suministro e instalación de los instrumentos, se deberán suministrar los equipos para la medición de dichos instrumentos.

La CFE indicará el Sistema de Auscultación del proyecto, con el objetivo de verificar la calidad de la construcción y asegurar el adecuado comportamiento durante la construcción y operación de la estructura, permitiendo corregir con oportunidad las anomalías o desviaciones al comportamiento esperado, contar con información cuantitativa del comportamiento estructural para eventualmente introducir adecuaciones al diseño o a las especificaciones que permitan tener una estructura segura.

Los trabajos que debe realizar el Contratista, a entera satisfacción de la CFE son:

Proveer el personal capacitado para los trabajos de Instrumentación, así como suministrar la herramienta menor, ropa de trabajo, calzado y equipo de protección; también facilitará sus herramientas y equipo de protección y todo lo necesario para la correcta supervisión del personal de supervisión de la CFE.

- Suministro, colocación y protección de los instrumentos de medición del Sistema de Auscultación.
- Suministro de materiales, accesorios, equipo de cómputo, equipo auxiliar, maquinaria, equipo de transporte y demás insumos, requeridos durante la obra, como se especifica en este documento.
- Elaboración de procedimientos de instalación y medición, fichas de instalación, informes de medición y memoria de instrumentación.
- Suministro de archivos numéricos con los resultados de las mediciones y su proceso.
- Elaboración de reportes de mediciones según los formatos, periodicidad e indicaciones del personal de supervisión designado por la CFE.
- Elaboración y presentación de informes para consultores y reuniones técnicas, las veces que sea necesario.
- Elaboración de las presentaciones requeridas por la CFE en obra para informar a diversas instancias sobre el proyecto de instrumentación y su avance.
- Monitoreo en tiempo real de eventos críticos de ser necesario, si así lo dispone la CFE

El alcance general incluye la adquisición e importación (en su caso) en tiempo y forma de los instrumentos y equipos de medición, de acuerdo con las especificaciones correspondientes; y asignar los recursos necesarios para la preparación, excavación, perforación y rellenos en los sitios donde éstos serán instalados, así como el acondicionamiento, acceso, pruebas de campo, la instalación de instrumentos y su protección durante el desarrollo de la obra, así como el suministro de los equipos de

medición necesarios para la medición correspondiente, y todas las actividades de campo y gabinete que se requieran en la obra por parte de la Comisión, incluyendo la elaboración de procedimientos de instalación y medición de instrumentos, fichas de instalación de cada uno (planos As-built), y memoria de instalación del Sistema de Auscultación.

5.5 Obras asociadas

Se refiere a la infraestructura de apoyo y permanente necesaria durante la construcción, como son: las vialidades que comunican las obras principales del Proyecto, edificios auxiliares e instalaciones que se requieren para el personal que ejecuta y supervisará los trabajos, además de actividades ambientales entre las que destacan la atención a diversos condicionantes del resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), entre otros. En todos los casos, el alcance que debe considerar dentro de su oferta el contratista comprende el diseño, construcción, fabricación, suministro y montaje de maquinaria, instrumentos, equipo y herramientas, suministro de agua, drenaje sanitario, saneamiento de las aguas residuales, disposición y tratamiento de los desechos sólidos, instalaciones internas y externas (hidráulica, sanitaria, eléctrica, alumbrado, comunicaciones, red de tierras, sanitaria), ventilación, sistema contra incendio y catálogos e instructivos de montaje y servicios, y puesta en servicio de todas las instalaciones y equipos necesarios para su funcionamiento acorde a sus necesidades y su procedimiento constructivo.

5.5.1 Vialidades

El Contratista será responsable de la construcción y mantenimiento de todos los caminos desde el inicio hasta la culminación de las obras.

Los caminos de construcción y los accesos a campamentos y oficinas deberán conservarse en óptimas condiciones de rodamiento y con riego continuo para evitar levantamiento de polvo. El mantenimiento para todos los caminos incluye, con cargo al Contratista, el deshierbe en las zonas aledañas al camino, la limpieza preventiva de cunetas, contracuentas, obras de drenaje y superficie de rodamiento (pintura, bacheo, mantenimiento de señalamientos), reparaciones de las estructuras del camino hasta la culminación del proyecto.

En virtud que el Contratista es el responsable de ejecutar las vialidades de construcción, la CFE no reconocerá costos ni tiempos adicionales derivados por obstrucciones a las vialidades que impidan la continuidad de las obras.

5.5.2 Sistema de bombeo en portal, túneles y galerías.

De manera independiente al sistema de bombeo y tratamiento de agua de las galerías, el Contratista será responsable, como parte de su procedimiento constructivo, diseñar, suministrar, instalar y operar uno o varios sistemas de bombeo en portal y en interior de galerías, a la par del avance de los trabajos. En los planos del proyecto se entrega una ingeniería conceptual de dicho sistema, sin embargo, el diseño definitivo, suministro, y operación queda en total responsabilidad del Contratista, como parte de sus procedimientos constructivos, por lo cual deberá considerar el costo de este sistema en su oferta y no se reconocerá costos adicionales por el mismo, o reclamaciones por el fallo de este sistema de bombeo o por los retrasos en la excavación derivados del mal funcionamiento del mismo.

5.5.3 Instalaciones definitivas

Se consideran como instalaciones definitivas aquellas que deberán diseñarse y construirse bajo especificaciones definidas para que al final de las obras queden habilitadas para dar servicio al proceso de rescate, tales como:

- Caminos de acceso
- Escombreras
- Infraestructura eléctrica
- Sistema de bombeo y tratamiento de agua de galerías existentes.
- Sistema de ventilación principal

El Contratista será responsable y debe considerar el costo de las instalaciones que se requieran para la adecuada ejecución de los trabajos.

El Contratista debe obtener la aprobación de la CFE para la localización y disposición de todas sus instalaciones tales como: campamentos, patios de almacenamiento, oficinas, bodegas, talleres, casetas de vigilancia y estructuras necesarias para el personal de seguridad de la mina, instalaciones para el suministro de energía eléctrica, polvorines, e infraestructura en general relacionada con las instalaciones mencionadas. Dichas instalaciones deberán cumplir con los requisitos de higiene y respeto a la integridad física y moral de los trabajadores en general de acuerdo con los requerimientos de la CFE de Seguridad e Higiene.

El Contratista será responsable por el abastecimiento de agua potable, alcantarillado, saneamiento y drenaje pluvial de sus instalaciones provisionales de construcción y en general de la infraestructura de servicio durante el desarrollo de las obras.

5.5.4 Alumbrado y señalización

Para la correcta ejecución de las obras y en todas las áreas que lo requieran, el Contratista tendrá a su cargo el suministro, instalación, operación y mantenimiento de todos los equipos

y sistemas necesarios para proporcionar el alumbrado y señalización adecuada en todas las excavaciones subterráneas, acceso y tránsito peatonal, áreas de maniobra de equipo, zonas de obra, talleres, escombreras, almacenes, campamentos, oficinas y caminos y vialidades principales o secundarias, los cuales deben cumplir con las normas relativas a iluminación, y señalización, para cumplir los requerimientos de Seguridad e Higiene establecidos por la CFE.

5.5.5 Limpieza, drenaje y servicios

El Contratista será responsable de establecer y mantener los servicios de limpieza, drenaje superficial, recolección y retiro por separado de los desechos orgánicos e inorgánicos. Así mismo será responsable de la capacitación permanente de su personal para lograr el manejo sustentable de los desechos y contar con instalaciones libres de materiales sobrantes durante todo el tiempo de duración de la obra y hasta la culminación del Proyecto.

Estos servicios se realizarán en las instalaciones y campamentos del Contratista, así como en todos los sitios del proyecto.

6 ALCANCE E INTEGRACIÓN Y FORMA DE PAGO DE PRECIOS UNITARIOS Y PRECIO ALZADO

6.1 PRECIO UNITARIO:

Importe, remuneración o pago total que debe cubrirse al Contratista por unidad de concepto de trabajo terminado, ejecutado de acuerdo con lo indicado en los planos de proyecto, las Especificaciones de Construcción y a entera satisfacción de la Comisión.

6.2 PRECIO ALZADO:

DESGLOSE DE ACTIVIDADES DE LOS CONCEPTOS A PRECIO ALZADO (PORCENTAJES)
El licitante deberá indicar en el campo "Porcentaje sobre el total", el porcentaje correspondiente de cada subactividad sobre el total del concepto a precio alzado, para fines de pago, con base en los avances de este desglose.

No.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD PRINCIPAL O SUBACTIVIDAD	PORCENTAJE DEL PRECIO ALZADO (MÁXIMO)	PORCENTAJE DEL PRECIO ALZADO (PROPUESTO)
SV.10.001	Ingeniería de detalle, suministro, montaje, instalación, pruebas, puesta en servicio del sistema de ventilación principal, el precio incluye: obra electromecánica, construcción de la obra civil necesaria para el sistema de ventilación principal en las lumbreras PCT 1, PCT 2, Túneles y Galerías para dejar los trabajos a entera satisfacción de la Comisión.		

	Ingeniería de detalle aprobada por CFE	5%	
	Construcción de obra civil de sistema	20%	
	Suministro e instalación de equipamiento electromecánico	50%	
	Pruebas y puesta en operación		
	TOTAL		**100.00%**
SV.12.001	**Ingeniería de detalle, suministro, montaje, instalación, pruebas y puesta en servicio del sistema de bombeo y tratamiento para extracción del agua subterránea desde 2 pozos existentes y construcción de 2 pozos adicionales en los sitios indicados por la Comisión. Incluye: equipamiento de pozos (bomba de pozo, tubería, tren de descarga, medidor de flujo, etc.), líneas de conducción de agua hasta sitio de ubicación de planta de tratamiento definido por CFE, sistema de rebombeo de ser requerido; construcción, equipamiento y puesta en servicio de planta de tratamiento y fosa de sedimentación e inspección de sólidos, alimentación eléctrica en media y baja tensión desde red de distribución hasta los pozos y planta de tratamiento, construcción de accesos y obra civil, eléctrica y mecánica requerida y todo lo necesario para su correcta operación y dejar los trabajos a entera satisfacción de la Comisión.**		
	Ingeniería de detalle aprobada por CFE	5%	
	Construcción de pozos faltantes	15%	
	Equipamiento electromecánico en pozos (bombas, tren de descarga y alimentación eléctrica)	25%	
	Instalación de líneas conducción de pozos a planta	10%	
	Suministro de planta de tratamiento	25%	
	Pruebas y puesta en operación		
	TOTAL		**100.00%**
SE.13.001	**Ingeniería de detalle, suministro, montaje, instalación, pruebas, puesta en servicio, de sistema de alimentación y distribución eléctrica en superficie del proyecto. Incluye: gestión y pagos con el área de CFE Suministro Básico y/o distribución para conexión del centro de carga, transición aérea subterránea, obra civil requerida y necesaria para su correcta operación, para dejar los trabajos a entera satisfacción de la Comisión.**		
	Ingeniería de detalle aprobada por CFE	5%	
	Suministro de materiales y equipos	40%	
	Obra eléctrica (instalación)	40%	
	Pruebas y puesta en operación		
	TOTAL		**100.00%**
SE.13.002	**Ingeniería de detalle, suministro, montaje, instalación, pruebas, puesta en servicio del sistema de alimentación y distribución eléctrica en interior de túneles y galerías, el cual partirá desde la subestación compacta en superficie. Incluye: suministro de todos los materiales y equipos, obra civil y eléctrica requerida y necesaria para su correcta operación, para dejar los trabajos a entera satisfacción de la Comisión.**		
	Ingeniería de detalle aprobada por CFE	5%	
	Suministro de materiales y equipos	50%	
	Obra eléctrica (instalación)	30%	
	Pruebas y puesta en operación		
	TOTAL		**100.00%**

7 INFORMACIÓN REQUERIDA DESPUÉS DE LA FIRMA DEL CONTRATO

7.1 Generalidades

Toda la información solicitada en cada una de las especificaciones técnicas bajo el título “Información requerida después de la colocación de la orden”, así como la solicitada en esta Sección, formará parte del alcance del suministro y debe ser entregada a la CFE con la debida oportunidad de acuerdo con los programas “Tiempo de entrega de la información requerida después de la colocación de la orden” o a lo indicado en esta Sección.

En los documentos (estudios, cálculos, dibujos, planos, catálogos, informes), se debe utilizar el idioma español y las unidades deben corresponder al sistema internacional de unidades y medidas, adicionalmente pueden indicarse las equivalencias que se consideren convenientes, encerradas entre paréntesis. La información debe tener el suficiente alcance y detalle que permitan una revisión rápida y eficaz, además deben incluir un cuadro de identificación el cual será acordado con la CFE, donde se indique título del documento y número de control correspondiente. El tamaño de los planos se acordará al inicio de las Obras.

Para la revisión de los documentos las entregas se apegarán a lo siguiente:

- La primera entrega para revisión debe proporcionarse los documentos en formato electrónico en su versión archivo ejecutable (*.dwg, *.docx, *.xlsx, *,sdb, etc.) y copia en versión sólo lectura (*.pdf); el oficio de entrega en físico en cinco (5) copias, cuatro (4) para la Jefatura de Proyecto y un (1) juego para la Residencia General del Proyecto sin cargo para la CFE.
- Las entregas para revisiones subsecuentes se apegarán a lo indicado para la primera entrega; una vez aceptados los documentos por la CFE, se procederá a su entrega física de la siguiente manera: Se deberán enviar en físico y electrónico cuatro (4) copias a la Jefatura del Proyecto y una (1) copia a la Residencia General del Proyecto sin cargo para la CFE.

El Contratista está obligado a entregar a la CFE, en forma enunciativa mas no limitativa: todos los dibujos de detalle, hojas de cálculo, criterios de diseño, memorias de cálculo, dibujos de ensamble y montaje y toda la información que permita la aceptación de las obras, equipo y diseño propuesto por el Contratista, es decir, con el alcance suficiente para satisfacer las necesidades que la CFE ha fijado en la sección correspondiente de cada una de las Especificaciones Técnicas y demás información que se incluyen en las Bases de Licitación. La CFE se reserva el derecho de rechazar u objetar los diseños del Contratista, si a su juicio no cumplen con lo establecido en las Bases de Licitación, con las normas aceptadas, así como con los principios de una Ingeniería técnicamente aceptable, entendiéndose como ingeniería técnicamente aceptable los criterios y ordenamientos establecidos en los códigos y normas de diseño nacionales e internacionales vigentes y aplicables en cada caso. Si algún documento es rechazado, el Contratista no debe continuar con la siguiente etapa del proceso hasta que sea corregido dicho documento, si esto

ocasiona retraso en el cumplimiento de los eventos críticos penalizables, se aplicarán las penas correspondientes.

Con base en las especificaciones técnicas, características particulares, adendas y planos, la CFE revisará la ingeniería de detalle del Proyecto que desarrolle el Contratista, la cual comprende fundamentalmente los criterios del diseño, memoria de cálculo, planos, procedimientos, manuales de las obras del proyecto incluyendo entre otros los arreglos generales, así como los diagramas unifilares y planos. El Contratista deberá considerar dentro de sus programas de diseño y construcción que se deberá disponer de un plazo de 10 días naturales para que la Comisión efectué dicha revisión, la cual se realizará en la Ciudad de México en lo que corresponde al diseño de la obra electromecánica y en el sitio en el caso del diseño ejecutivo de la obra civil en ambos casos, con la participación de especialistas técnicos del Contratista. De acuerdo con lo anterior, es requisito de la Comisión, que el Contratista desarrolle el diseño ejecutivo de la obra civil en el Sitio, ya que la comisión tendrá su equipo revisor en ese mismo lugar.

El Contratista deberá realizar el programa de ingeniería de detalle, el cual estará basado en el programa de construcción. Para elaborar el programa de ingeniería el Contratista deberá considerar el tiempo de ejecución de los diseños, el de revisión por parte de CFE de los documentos técnicos que contengan la ingeniería de detalle, el cual es de 10 Días naturales, así como el tiempo para atención de las observaciones de la Comisión y el que requiere el Contratista para realizar los preparativos antes de iniciar la construcción.

De acuerdo con el programa de ingeniería electromecánica elaborado por el Contratista, éste es responsable de entregar los siguientes documentos en la secuencia indicada para cada diseño de detalle de las obras del proyecto que realice:

a) Criterio de diseño

- Obra Civil: Criterio de diseño basado, cuando se tenga, en el criterio general entregado por la Comisión con las Bases de Licitación. El contenido mínimo del documento deberá atender a las instrucciones técnicas de Comisión.
- Obra electromecánica. - Criterio de diseño basado, en lo indicado en cada una de las especificaciones técnicas, Adenda y Características Particulares. El contenido mínimo del documento deberá atender a las instrucciones técnicas de Comisión.

b) Memoria de cálculo, la cual debe desarrollarse con base al criterio de diseño presentado por el Contratista para revisión y aceptación de la CFE. El contenido mínimo del documento deberá atender a las instrucciones técnicas de Comisión.

c) Planos de la Ingeniería de detalle, deben incluir el diseño ejecutivo consignado en la memoria de cálculo.

Es obligación del Contratista entregar junto con la primera entrega de información de cada concepto civil equipo, o sistema electromecánico, la lista de los documentos que incluirá su diseño y un programa de entrega de documentos que serán revisados por la CFE.

La revisión de la CFE a los documentos técnicos consistirá en primer lugar en verificar que los criterios de diseño cumplen con lo indicado anteriormente en el numeral 1, así como el alcance del suministro y los materiales de los componentes de cada equipo y sistema que hayan sido especificados. La CFE hará llegar al Contratista un informe por escrito con las observaciones al documento y es responsabilidad del Contratista dar una respuesta por escrito a cada una de las observaciones de la CFE.

Una vez que el criterio de diseño se haya aceptado por la CFE, el Contratista entregará la memoria de cálculo correspondiente y la CFE verificará la congruencia de este documento con el criterio aceptado. La CFE entregará por escrito sus observaciones de la revisión para que el Contratista dé respuesta a cada una de ellas por escrito.

Finalmente, una vez que se haya aceptado la memoria de cálculo, se hará la revisión de los planos de diseño de detalle, en la cual se corroborará que el contenido de los planos sea acorde con el diseño que contiene la memoria de cálculo previamente aceptada por la CFE. La CFE entregará por escrito sus observaciones y comentarios a los planos entregados por el Contratista, el cual dará contestación por escrito a la CFE a dichas observaciones.

En caso de entregas adelantadas de información, la CFE no tiene la obligación de efectuar la revisión con anticipación sino hasta la fecha de la entrega programada, a menos que haya un acuerdo específico al respecto.

La revisión de los documentos técnicos por parte de la CFE no releva al Contratista de su responsabilidad contractual.

Es responsabilidad del Contratista emitir los documentos técnicos como BPE (Bueno para ejecución), de acuerdo con el programa de ingeniería acordado con la CFE, y evitar así, atrasos en la obra. Todos los documentos emitidos como BPE, deberán haber sido revisados y verificados por la CFE, y en cualquier caso, la CFE se reserva el derecho de revisar y emitir comentarios a cualquier documento emitido como BPE por el Contratista.

El Contratista definirá la fecha de envío del grupo técnico, en función del avance de cada especialidad, pero ajustándose el programa aprobado. Los gastos ocasionados por el envío de estos técnicos deberán ser por cuenta del Contratista.

La entrega de todos los dibujos, planos, así como documentos técnicos del Contratista a la Jefatura de Proyecto con copia a la Residencia General del Proyecto que identificará oportunamente la CFE, deben ser presentados en un programa de ingeniería, mismo que se acordará en forma definitiva entre CFE y el Contratista. Este programa deberá ser congruente con el de construcción, considerando el tiempo de revisión de la CFE a la documentación técnica del Contratista.

La CFE tendrá acceso a toda la información técnica y administrativa del Proyecto.

El Contratista se obliga a elaborar, controlar y registrar toda la documentación relacionada con este Proyecto, presentarla y entregarla a solicitud de la CFE. También conservará y se constituirá en depositario responsable de toda la documentación original.

El Contratista se obliga a suministrar catálogos, instrucciones de instalación, de operación y de mantenimiento, o cualquier otro tipo de información que sea necesaria para instalar, reparar, desmantelar o armar y operar y para identificación de refacciones. Toda la información solicitada después de la firma del Contrato deberá quedar incluida en los manuales e instructivos de instalación, operación y mantenimiento de la mina. El Contratista se obliga a suministrar cuatro (4) ejemplares impresos, originales y cinco (5) copias electrónicas en discos ópticos (CD-ROM), completos de los manuales e instructivos citados. Toda la información que se elabore mediante equipo de procesamiento de datos (PC's), debe entregarse en discos compactos (CD-ROM) para su archivo final y manejo en equipo de cómputo.

7.2 Ingeniería

El Contratista debe entregar los cuestionarios de todas las especificaciones técnicas de equipos electromecánicos contenidos en las Bases completamente contestados en las fechas indicadas en el programa de ingeniería y diseño que forma parte del programa general conciliado y que será a su vez el programa contractual.

El hecho de haber contestado los cuestionarios simplificados no releva al Contratista de cumplir con todo lo solicitado en el texto de las especificaciones.

En lo que se refiere a las modificaciones o desviaciones menores que en su caso se anoten en el Anexo correspondiente, no es suficiente para que sean aceptadas por la CFE, quien revisará con detenimiento y determinará si acepta o no las modificaciones o desviaciones menores.

El Contratista se compromete a cumplir con lo especificado en caso de que las modificaciones o desviaciones menores no sean aceptadas por la CFE.

- Coordinador de Ingeniería

Dentro de los 15 Días naturales posteriores a la aprobación del programa general del proyecto, el Contratista debe presentar el organigrama definitivo del grupo de coordinación, donde deben incluirse al menos los responsables de las disciplinas: civil, geología, minería, eléctrica, mecánica e instrumentación para la revisión de las currículos y aprobación del coordinador.

La coordinación debe iniciar en la etapa de desarrollo de las ingenierías de las Obras Civiles y de las Obras Electromecánicas interactuando con las diferentes empresas diseñadoras. El Contratista debe tener en el Sitio al Coordinador de Ingeniería de Planta y a los integrantes del grupo que se requieran de acuerdo con las necesidades de obra, a más tardar 10 días naturales antes del inicio de los trabajos.

El Coordinador de la Ingeniería de Planta tendrá un grupo de apoyo de las diferentes especialidades y será el responsable de: emitir los criterios de diseño para lograr la ingeniería de planta del Proyecto; y definir la óptima disposición de los equipos electromecánicos de las diferentes obras del Proyecto (Lumbrera de acceso y ventilación PCT1 y PCT2) coordinando las ingenierías de los diferentes equipos electromecánicos e instalaciones para evitar interferencias y obtener las mejores trayectorias de tuberías cables, charolas, sin exceso de componentes; coordinar que los requisitos de la obra electromecánica sean considerados en la ingeniería de la obra civil y verificando que la construcción se desarrolle en apego a estos requisitos.

EL Gerente de Proyecto del Contratista, dará al Coordinador de la Ingeniería de Planta la autoridad suficiente para tomar decisiones, las cuales deberán ser acatadas (en su caso), por los responsables de la ingeniería civil y/o electromecánica, así como por los Residentes de Obra.

La Ingeniería de Detalle (criterios de diseño, memorias de cálculo, especificaciones, planos ejecutivos, planos BPE, listados de materiales, despieces y demás) deberán realizarse en el Sitio de las Obras siendo certificados por un ingeniero con la especialidad correspondiente (estructural, geotécnico, minero, mecánica, eléctrica, electrónica) en las Obras requeridas, dicho ingeniero de preferencia avalado por el colegio correspondiente y/o con una experiencia indicada en el pliego de requisitos en obras afines, con cedula profesional emitida de conformidad con la legislación Mexicana. Si la ingeniería y los planos BPE que entregue el Contratista no cumplen con lo solicitado será motivo de su rechazo inmediato por parte de la CFE y la o las obras que amparan estos planos no podrán ejecutarse. El incumplimiento de lo indicado anteriormente será motivo de rescisión del Contrato.

Toda la información de ingeniería de detalle que se elabore mediante equipo de procesamiento de datos (PC's), debe entregarse en discos compactos (CD-ROM o USB) para su archivo y manejo en equipo de cómputo.

Cuando el Contratista utilice para los diseños una herramienta informática protegida por derechos de autor, deberá facilitar a la CFE durante el tiempo de ejecución de la obra, un equipo de cómputo que tenga instalada(s) dicha(s) herramienta(s).

La información que comprenderá la ingeniería del Proyecto debe considerar lo establecido en las especificaciones técnicas y en su caso Adenda y Características Particulares; la información a entregar será al menos, la indicada a continuación:

- Descripción y criterios de diseño específicos de este Proyecto.
- Especificaciones civiles y de equipos electromecánicos.
- Planos, diagramas, dibujos y documentos de diseño de ingeniería civil y electromecánica, incluyendo los del fabricante.
    - Planos de coordinación entre las obras de ingeniería civil y equipo electromecánica, incluyendo los del fabricante.
    - Planos de disposición de equipamiento electromecánico de las Obras.

- Detalles de los sistemas contra incendio.
- Detalles de los drenajes, ductos y trincheras
- Arreglo del sistema de alumbrado
- Los planos y documentos de soporte de tal y como se construyo (AS BUILT), indicando las modificaciones de construcción, fabricación, montaje y puesta en servicio.

- Memorias de cálculo de:
  - Todas las obras civiles del proyecto
  - Los parámetros relevantes de los Equipos Principales.
  - Todos los sistemas eléctricos y mecánicos.
- Estudios y reportes de Ingeniería.
  - Estudio de análisis de riesgo
  - Estudio de plan de ventilación y construcción
  - Estudios técnicos económicos para la optimización de sistemas o equipos (donde sea aplicable).
- Programas de computadora (software) aplicables al diseño, descripción, sus datos de entrada y salida.
- Control de documentos.
- Organización del grupo de Ingeniería del Contratista
- Información de la procura de materiales y equipos de instalación permanente.
- Información sobre los resultados de las pruebas de desempeño.

Es obligación del Contratista entregar al final de las obras un expediente integrado por los planos Así Quedó Construido (AQC) de la disciplina civil y disciplina electromecánica, la integración de ese expediente se apegará a lo que a continuación se describe:

- El Contratista elaborará una versión final de cada plano civil y electromecánico que contenga la información de las obras tal como quedaron construidas (Planos AQC).
- El Contratista deberá entregar un listado de todos los planos de ingeniería identificando aquellos que en el desarrollo de las obras sufrieron modificaciones.
- El Contratista deberá entregar, conforme a la secuencia de terminación de las obras, la versión final de cada plano (planos AQC) adjuntándoles los documentos que respalden las modificaciones realizadas, ya sea que éstas se hayan dado por cuestiones de ingeniería, constructivas, fabricación, montaje o puesta en servicio. Estos respaldos pueden ser de manera enunciativa más no limitativa: notas de bitácora, instrucciones de campo, hojas de modificación de diseño, informes

La CFE a través del personal designado para la supervisión de la construcción (civil y electromecánica) será la encargada de revisar y validar el expediente AQC referido en los puntos anteriormente señalados. La CFE indicará el alcance en cuanto a la realización de planos AQC requeridos.

7.3 Programas

- Programa de Ejecución.

  Dentro de las primeras dos (2) semanas posteriores al Fallo, se formalizará el Programa de Ejecución, el cual será el programa que regirá el desarrollo del Proyecto. Esta formalización consistirá en la emisión oficial y entrega a la CFE del Programa por parte del Contratista después de conciliar con la misma, las observaciones que ésta última le presente o le indique con respecto al Programa de Ejecución que haya presentado en su Propuesta. Antes de las dos (2) semanas posteriores a la Fecha de Inicio, la CFE debe recibir ocho (8) copias de esta emisión.

  Asimismo, dentro de la primera (1) semana posterior a la emisión del Programa de Ejecución, el Contratista se obliga a formalizar y entregar a la CFE los programas específicos de ingeniería electromecánica, interfases, fabricación y suministros lo cual consistirá en la emisión de estos documentos conteniendo una programación de detalle (que incluya los eventos relevantes relacionados con la inspección y seguimiento de calidad de los equipos) congruente con el Programa de Ejecución formalizado. Como parte de la documentación técnica a entregar con la ingeniería de cada uno de los sistemas y/o equipos electromecánicos, el Contratista se obliga a entregar a la CFE los “Programas de inspección de fabricación y de control de calidad”, con el suficiente detalle que permita a la CFE programar las visitas de revisión e inspección en fábrica.

  Adicionalmente, dentro de las primeras dos (2) semanas posteriores a la emisión del Programa de Ejecución, el Contratista deberá acordar y formalizar con la CFE los programas específicos necesarios para la determinación del Valor de Obra (VO). En el entendido que el Contratista podrá subdividir más las actividades del Programa de Ejecución conciliado, indicando los porcentajes de avance con los cuales se pretende determinar el Valor de Obra (VO), que será validado por la CFE, siempre y cuando la suma de los porcentajes de avance y erogaciones mensuales coincidan con los originalmente establecidos por el Contratista en su Propuesta en los Anexos correspondientes.

  Dos (2) Semanas antes de que se inicien las actividades de construcción, así como las respectivas a las pruebas de los equipos, sistemas y conjuntos y las correspondientes a la puesta en servicio, la CFE debe recibir de parte del Contratista, ocho (8) copias de los programas específicos detallados de estas etapas.

- Programa de entrega de ingeniería y diseño.

  Los programas de entrega de la ingeniería de detalle relacionada con la obra civil y electromecánica deberán considerar la revisión de la CFE y actualización por el

Contratista de los planos al menos tres (3) semanas antes de iniciar la actividad correspondiente, de acuerdo con el programa ejecutivo.

- Programa de capacitación y Apoyo Técnico.

  Dentro de las primeras cuatro (4) semanas posteriores a la Fecha de Inicio, el Contratista enviará a la CFE con carácter de definitivo, el programa de capacitación y Apoyo Técnico para el personal de la CFE. Lo anterior, después de conciliar con la CFE, las observaciones que ésta presente, en su caso, con respecto a los mismos documentos que, con carácter de preliminares, incluyó en su Propuesta.

- Programa real de ejecución

Con la aceptación provisional, el Contratista deberá entregar el programa real de ejecución del proyecto que incluya las etapas de ingeniería, fabricación, transporte, construcción de la obra civil, montaje, pruebas y puesta en servicio.

- Programa de ingeniería de Interfaces

Una vez firmado el contrato, el Contratista deberá formular un Programa de Ingeniería de interfaces donde detallará las fechas en que entregará a la CFE las especificaciones particulares del equipamiento electromecánico y sus ingenierías de interfase con la Obra Civil; este Programa de Ingeniería de interfases será conciliado con la CFE para detallar en cada obra el alcance de la información a suministrar por el Contratista. La propuesta inicial del programa deberá ser entregado a la CFE para su revisión en un plazo no mayor a 20 días naturales después del fallo, en su formulación el Contratista deberá considerar que la CFE tendrá un plazo de 10 días naturales para la revisión, tiempo contado a partir de la fecha de entrega por parte del Contratista de los datos de interfase de acuerdo con el programa conciliado. El Contratista deberá cuidar que los tiempos del Programa de Ingeniería de interfases empaten con el programa de ejecución de los trabajos.

El Programa de Ingeniería de interfases deberá estar conciliado a más tardar 30 días naturales después del fallo, para ello el Contratista deberá proporcionar todas las facilidades, recursos humanos, materiales e información para que dicho programa sea debidamente conciliado con la CFE.

En caso de que el Contratista haga una entrega de información tardía respecto del programa de ingeniería de interfases conciliado, o incompleta según los alcances conciliados, esto producirá un desfasamiento en la obtención de la Ingeniería de detalle civil o electromecánico, más ello no se reconocerá por la CFE como causa para una renegociación de fechas penalizables del programa de construcción de ejecución de los trabajos, en tal caso el retraso será imputable al Contratista.

En caso de que el suministro de los equipos difiera de la información de interfase previamente entregada por el Contratista, será necesario una reingeniería por parte de la CFE con un plazo máximo de 30 días naturales, en tal caso, las consecuencias de esa irregularidad en el suministro serán imputables al Contratista y por ende no serán reconocidos por la CFE: tiempos, trabajos y costos adicionales derivados de la irregularidad del suministro.

Los costos que le resulten a la CFE, generados por concepto de la reingeniería mencionada en el párrafo anterior, serán imputables al Contratista.

- Requerimientos de Ingeniería Complementaria en la parte Civil

La Comisión entrega ingeniería de detalle para las obras civiles, el Contratista deberá analizar la información y en caso de requerir mayor detalle deberá realizar la solicitud por escrito a la CFE. La cual emitirá la ingeniería requerida complementaria en un plazo de 10 días naturales, este plazo deberá estar considerado en el programa de ejecución de los trabajos del Contratista, por lo tanto, la CFE no reconocerá tiempos y costos adicionales:

- Cuando la solicitud del Contratista no tome en cuenta el tiempo requerido por la CFE para el desarrollo de dicha ingeniería.
- Cuando la solicitud del Contratista sea parcial sin considerar toda la información necesaria para la ejecución de los trabajos.

El Contratista deberá contar con todos los recursos para ajustar sus procedimientos constructivos a la ingeniería que la CFE le entregue durante el proceso de la licitación y construcción de las obras; lo cual deberá estar detallado explícitamente en sus procedimientos constructivos.

Se precisa que el alcance de las posibles solicitudes del Contratista se sujetará a complementar o detallar la ingeniería ya desarrollada y entregada durante el proceso de licitación. En ningún caso esas solicitudes estarán dirigidas a cambiar la ingeniería ya consolidada denominada como detalle.

Por su cuenta la CFE emitirá, si así lo considera, actualizaciones y complementos al paquete de ingeniería civil entregado para la etapa de licitación. Dichas emisiones se harán con el tiempo suficiente para que el Contratista las considere e integre en su proceso de procura, adquisición de materiales y ejecución de las obras, sin afectar las fechas críticas del contrato. Los ajustes económicos que deriven se atenderán a lo dispuesto en la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con la Misma y su Reglamento.

7.4 Construcción y montaje

Los procedimientos de construcción y montaje detallados (deben incluir los valores de ajuste esperados y los protocolos que se requieran llenar en el proceso), deberán estar revisados y conciliados con la Comisión, a más tardar 15 (quince días naturales) antes de realizar la actividad.

La información que comprenderá la Construcción y el Montaje, debe considerar al menos, lo indicado a continuación:

- Reportes de avance mensuales de acuerdo con lo establecido en la Cláusula 13.4 de la Sección 7 dentro de los diez (10) Días siguientes al día último de cada mes, el Contratista emitirá y enviará a la Comisión, en diez (10) ejemplares impresos completos y diez (10) copias electrónicas, los informes de progreso correspondientes a las etapas de construcción y montaje con referencia al programa aprobado por la

Comisión y que forma parte del Contrato. El primer informe, en cada caso, debe elaborarse una vez transcurrido el primer mes completo de actividades. El último informe corresponderá al mes en el que se concluyan totalmente las actividades de cada fase. Para lo anterior, se debe reconocer que en casos de interferencia de la obra civil y el montaje electromecánico, siempre deberá privilegiarse a este último.

• Manual de Construcción y Montaje.
Este manual se debe encuadernar adecuadamente de modo que sea posible remover o agregar documentos sin destruir la encuadernación y deberá contener:

- Relación de los procedimientos de construcción aplicados.
- Procedimientos de construcción con las modificaciones revisadas por la Comisión.
- Relación de los procedimientos de montaje.
- Procedimientos de montaje con las modificaciones revisadas por la Comisión.
- Dibujos, esquemas, reportes, cambios de diseño, generados en la construcción y montaje.
- Reportes de fallas y sus correcciones, con una elemental, amplia y clara descripción de dichas incidencias.
- Procedimientos de almacenaje de equipos durante la construcción y montaje.
- Lista, registro y control de Subcontratistas.

Este manual debe entregarse, en cuatro (4) ejemplares impresos completos y cinco (5) copias electrónicas en discos ópticos (CD-ROM), cuatro (4) semanas antes de la Aceptación Provisional.
En todos los casos de desviación negativa al programa, el Contratista deberá incluir en su reporte mensual las acciones a implementar para corregir dicha desviación detallándole período de tiempo en que logre la recuperación. En ningún caso, la Comisión reconocerá sobre costos por los retrasos en que incurra el Contratista.

7.5 Puesta en servicio

Los Procedimientos de Puesta en Servicio detallados (deben incluir los valores de ajuste esperados y los protocolos que se requieran llenar en el proceso), deberán estar revisados y conciliados con la Comisión, a más tardar 15 (quince) días antes de realizar la actividad.

La información que comprenderá la puesta en servicio, debe considerar al menos, lo indicado a continuación:

- Reportes de puesta en servicio
- Manual de puesta en servicio, en forma descriptiva mas no limitativa debe contener lo siguiente: Descripción de la organización del personal de campo asignado, Procedimientos de modificaciones y desviaciones menores, aprobadas por la Comisión, procedimientos aplicados, elaborados por el Contratista, Dibujos, reportes, esquemas, cambios de diseño emitidos y aprobados durante la puesta en servicio, reporte de los cambios temporales, protecciones mecánicas y eléctricas, control e

instrumentación del equipo principal y de auxiliares, reporte de fallas y corrección de las mismas con una elemental, clara y amplia descripción de las incidencias, reporte final de las pruebas efectuadas a cada equipo.

En virtud de que el manual de puesta en servicio deberá elaborarse en paralelo con las actividades de puesta en servicio, una vez que se asigne al personal, éste deberá abocarse a la recopilación, elaboración e integración de la información que lo conformará, por lo tanto, deberá actualizarse mensualmente de acuerdo al avance que se tenga en las actividades de puesta en servicio. La Comisión se reserva el derecho de solicitarlo en cualquier momento a fin de verificar su contenido y/o avance.

7.6 Pruebas de fabrica

El Contratista entregará a la Comisión la relación y el programa de pruebas de equipos, conjuntos o sistemas para su revisión y supervisión; dicha información debe entregarse a más tardar, 30 días naturales antes de la primera entrega de cada equipo, conjunto o sistema a la Comisión.

El Contratista debe suministrar a la Comisión todos los reportes de prueba de fábrica de equipos y materiales.

7.7 Manual de operación y mantenimiento

En este manual se deberán incluir las instrucciones de operación de todos los equipos suministrados que integran la Obra Civil y Electromecánica, ajustes específicos de calibración, instructivos de mantenimiento para cada componente y/o ensamble, este manual se debe encuadernar adecuadamente de modo que sea posible remover documentos sin destruir la encuadernación.

El manual debe indicar las acciones específicas que debe efectuar el personal de mantenimiento antes de remover un componente, esto para evitar disturbios o daños al equipo o componente, así también debe contener una lista de partes del equipo incluyendo las partes de repuesto recomendadas para mantener en el almacén.

Este manual debe entregarse, en cuatro (4) ejemplares impresos completos y cinco (5) copias electrónicas en discos ópticos (CD-ROM), quince (15) días naturales antes de la Aceptación Provisional y debe de contener cuando menos lo indicado en la Norma de Referencia NRF – 002 – CFE (Manuales Técnicos); en dicho contenido no debe faltar lo siguiente:

• Descripciones de sistemas y equipos indicando como mínimo lo siguiente:

- Las funciones del sistema o equipo.
- Las bases de diseño incluyendo la filosofía general del diseño del sistema o equipo.
- Descripción de los componentes principales.
- Descripción de los diversos modos de operación del sistema o equipo.
- Las interfaces con otros sistemas o equipos.

- Las precauciones especiales para el mantenimiento del sistema o equipo y de sus componentes.
- Hojas de datos de equipos electromecánicos auxiliares completos y hojas de datos de instrumentos la cual debe incluir todos los datos de diseño incluyendo marca, número de modelo No. del Sistema de Identificación de Componentes (SIC), materiales de construcción, rango de señales de entrada y salida, suministro de energía, exactitud y repetibilidad, tipo de cubierta.
- Instrucciones de operación y mantenimientos de todos los equipos y sistemas suministrados.
- Programas de mantenimiento: preventivo y mayor.
- Reporte de los mantenimientos realizados a los equipos durante la construcción, montaje, almacenaje y puesta en servicio.
- Lista de partes de repuesto suministradas.
- Curvas de operación y eficiencia de los Equipos Principales.
- Estadística de fallas de equipos y componentes similares
- Vida probable de equipos y componentes del Proyecto.

7.8 Manual del Proyecto

La entrega de este manual debe realizarse previamente a la Aceptación Provisional, deben entregarse cuatro (4) ejemplares impresos completos y cinco (5) copias electrónicas.
Este manual deberá contener lo siguiente:

- Lista de equipo, mecánico y eléctrico, donde se indique:
  - Localización.
  - Características Generales.
  - Capacidades.
  - Fabricante.
  - Modelo.
- Hojas de datos principales de equipos principales.
- Lista de motores eléctricos y sus características.
- Diagramas unifilares generales de los sistemas eléctricos del Proyecto.
  - Índice de instrumentos en donde se enlisten todos los instrumentos con la identificación de Comisión y del Contratista, con el servicio, rango de la escala de calibración de los instrumentos, marca y número de modelo, referencia de interconexión, referencia hoja de datos u otro documento en el que aparezcan las especificaciones generales del instrumento, localización del instrumento.
- Lista de puntos de ajuste: debe considerar toda la instrumentación que tenga la función de control y protección.
- Planos generales de las Obras.
- Planos de disposición de equipamiento electromecánico de las Obras.

- Lista de líneas de tubería.
- Lista maestra de válvulas.
- Lista de cables de fuerza y control (con identificación).

7.9 Libro Final de Documentos

El Libro Final de Documentos estará integrado por la información de: ingeniería, procura, programas, construcción y montaje, puesta en servicio, pruebas en fábrica, operación y mantenimiento, manual de proyecto, sistema de gestión integrado, ambiental y control de obra. El Libro Final de Documentos se entregará a más tardar 15 días antes de la Fecha de Culminación del Proyecto.

8 SUPERVISIÓN

La CFE ejercerá principalmente funciones de supervisión con personal de sus diferentes áreas y oficinas, tal y como se establece en la presente Sección. No se descarta la posibilidad de que algunas actividades de supervisión se realicen a través de terceras personas contratadas para tal efecto por la CFE.
El Contratista otorgará a la CFE o sus representantes, oficialmente designados, todas las facilidades necesarias para llevar a cabo esta función.
Las funciones de supervisión de la CFE serán con carácter de verificación por lo que en ningún momento sustituirán a la supervisión correspondiente al Sistema de Calidad que el Contratista debe aplicar en la realización de todos los trabajos y servicios que amparan las Bases de Licitación, así como el cumplimiento de cualquier otra obligación contraída y, por tanto, en ningún momento la supervisión de la CFE relevará al Contratista de esa responsabilidad. Debe considerarse que la implementación del Sistema de Calidad no sustituye la obligación del Contratista de implementar Laboratorios de Control de Calidad certificados por organismos acreditados ante las normas mexicanas para asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados.
En cada caso particular y con el Contratista, se establecerán los procedimientos en los que se incluyan las relaciones, la manera de llevar a cabo la supervisión, la aceptación de los trabajos, el rechazo, comentarios y solicitudes de cambio que se presenten.
Las funciones de supervisión de la CFE incluirán por lo menos lo siguiente:
Supervisión general de las obras en sus diferentes entidades, áreas, etapas y servicios, dando un seguimiento adecuado a cada uno de ellos para identificar deficiencias en los procedimientos constructivos y detectar posibles causas de atraso o problemas que surjan durante el desarrollo de las obras, así como el análisis de las propuestas del Contratista, de acciones para prevenir afectaciones de los programas contractuales o en su caso las acciones correctivas para recuperar los plazos contractuales.
La CFE tiene la facultad de realizar inspecciones para asegurarse que el Contratista (incluyendo sus Subcontratistas, fabricantes y proveedores de equipo) cuenten con un “Sistema de Gestión de Calidad”; estas inspecciones las realizará por su cuenta o a través de otra entidad externa (debidamente acreditada por la CFE) y serán aplicadas a todos los procesos involucrados en la ejecución del Proyecto, poniéndose especial énfasis en los Equipos Principales. Para lo anterior, el Contratista se obliga a dar todas las facilidades a la

CFE o sus representantes y se compromete a que los subcontratistas involucrados en el suministro del Proyecto tengan establecidos sus “Sistemas de Gestión de Calidad”.

8.1 Supervisión técnica de la calidad de la Ingeniería y diseño

La CFE revisará y de ser el caso aceptará o no los documentos de Ingeniería de detalle generados por el Contratista como, por ejemplo: criterios de diseño, dibujos, detalles de ingeniería, especificaciones de equipo y materiales, memorias de cálculo, salidas de programas de cómputo, planos preliminares y finales de obras civiles y de la fabricación de los equipos. La entrega de toda la información técnica deberá ser presentada oportunamente por el Contratista, congruente con los programas de ingenierías, de fabricación de los equipos y de construcción de las obras.
Si algún documento es rechazado, el Contratista no debe continuar con la siguiente etapa del proceso hasta que sea corregido dicho documento, si esto ocasiona retraso en el cumplimiento de los eventos críticos se aplicarán las penas correspondientes.

8.2 Supervisión durante la fabricación de los equipos

La Comisión debe tener acceso a los sitios de fabricación de los equipos y sistemas, así como a la información técnica, completa, entre otros: programas detallados de pruebas, registros durante la etapa de fabricación y embarque, programas de embarque, con la finalidad de que el personal de diseño especializado verifique la funcionalidad del equipo o sistemas previo a las pruebas o en las pruebas del fabricante, de cada uno de los componentes contratados; lo anterior con la finalidad de que no se realice ningún embarque sin la previa verificación del funcionamiento de acuerdo a lo solicitado en las especificaciones técnicas.

Lo anterior para aquellos equipos y sistemas electromecánicos que la Comisión determine en base a los planes de calidad presentados por el Contratista. Lo anterior no exime de la responsabilidad del Contratista, del funcionamiento del equipo o sistema y al cumplimiento total de lo indicado en las especificaciones técnicas y en los documentos contractuales. El Contratista debe presentar sus planes de calidad y programas de fabricación y pruebas para que la Comisión defina los puntos de control durante el seguimiento de fabricación y pruebas que considere necesario verificar en las fábricas; en base a estos puntos de control el Contratista se obliga a emitir los avisos correspondientes a más tardar 30 Días naturales antes de que se lleve a cabo la actividad en la fábrica. En el caso de que el Contratista haya emitido el aviso y la Comisión haya asistido a la fábrica y la actividad programada no se haya ejecutado el Contratista se obliga a restituir los gastos de viaje (transporte, y viáticos) del personal de la Comisión o de los inspectores externos designados. Si algún equipo o sistema es rechazado, el Contratista no debe continuar con la siguiente etapa del proceso hasta que sea corregida la anomalía, si esto ocasiona retraso en el cumplimiento de los eventos críticos se aplicaran las penas correspondientes.

8.3 Supervisión técnica de la calidad de la construcción y montaje de equipo

La Comisión llevará a cabo la supervisión para constatar la aplicación de normas, procedimientos, especificaciones técnicas y de montaje en el Sitio, de acuerdo con la información de Ingeniería y diseño revisada y aceptada por parte de la Comisión.

Si algún equipo o sistema es rechazado, el Contratista no debe continuar con la siguiente etapa del proceso hasta que sea corregida la anomalía, si esto ocasiona retraso en el cumplimiento de los eventos críticos se aplicarán las penas correspondientes.

8.4 Supervisión técnica de los equipos y Materiales

La Comisión o sus representantes atestiguarán las pruebas que de acuerdo al programa de cada equipo o material se realicen en ellos, para establecer el cumplimiento con las especificaciones y normas que se indiquen.
Si algún equipo o sistema es rechazado, el Contratista no debe continuar con la siguiente etapa del proceso hasta que sea corregida la anomalía, si esto ocasiona retraso en el cumplimiento de los eventos críticos se aplicarán las penas correspondientes

8.5 Supervisión de la puesta en servicio

La puesta en servicio se programará con suficiente anticipación y los procedimientos que se apliquen deberán ser presentados a revisión y aceptación de la Comisión al menos, un (1) mes antes del inicio de las pruebas y puesta en servicio de cada uno de los equipos o sistemas electromecánicos, quien posteriormente vigilará su cumplimiento.
El Contratista entregará a la Comisión a través de la Residencia General de Construcción, la obra civil, equipos electromecánicos e instalaciones; a la Aceptación Provisional respectiva; a partir de ese momento Construcción podrá transmitirlas a las áreas de Operación correspondientes.
El Residente de Supervisión de la Comisión en la obra, supervisará y decidirá la aceptación o rechazo de cada una de las Obras objeto del Proyecto, auxiliándose para ello del personal que él designe. La revisión realizada por el Residente de Supervisión de la Comisión no liberará al Contratista de la realización de trabajos o actividades o de cualquier otra obligación establecida en el Contrato.
Todos los Materiales, equipos y trabajos realizados, estarán sujetos a la inspección y Pruebas por parte de la Comisión en cualquier instante, durante la ejecución de las Obras o después de su terminación y en cualquier lugar en donde se encuentren o elaboren.
La Comisión tendrá derecho de rechazar todo el material, equipo o trabajo defectuoso y exigir su corrección y/o sustitución al Contratista.
El Contratista tiene la obligación de contratar el equipo de prueba necesario, los especialistas técnicos y los servicios relacionados con el mismo, con la debida anticipación para cumplir con el Programa de Prueba.
Si algún equipo o sistema es rechazado, el Contratista no debe continuar con la siguiente etapa del proceso hasta que sea corregida la anomalía, si esto ocasiona retraso en el cumplimiento de los eventos críticos se aplicarán las penas correspondientes.
La Comisión se reserva el derecho de revisar la localización, dimensiones y niveles de la construcción y/o parte de ella.
En todos los casos de la Supervisión arriba mencionados la revisión y aceptación por parte de la Comisión no exime al Contratista de sus responsabilidades del cumplimiento de lo establecido en especificaciones y documentos contractuales.

9 SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN Y SUS PROCESOS

La Comisión con su Sistema de Gestión Integrado (Incluye a la Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental y Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo), demuestra su capacidad para controlar sus procesos de: Estudios de Planeación, Ingeniería de Proyectos y Supervisión de la Construcción de Proyectos conforme a los requisitos del cliente, los legales, los reglamentarios y los propios, así como aumentar la satisfacción del cliente, identificar y controlar los aspectos ambientales significativos y los riesgos a los que está expuesto el personal en seguridad y salud, a través de la aplicación eficaz del Sistema de Gestión Integrado, conforme a las normas mexicanas NMX-CC-9001-IMNC-2015 (ISO 9001:2015) para la Gestión de la Calidad, NMX-SAA-14001-IMNC-2015 (ISO- 14001:2015) para la Gestión Ambiental y NMX-SAST-001-IMNC-2008 (ISO- 45001:2015) y (OSHAS 18001: 2007) para el Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, NMX-SAST-31000-IMNC-2016 (ISO 31000:2009) para la gestión de riesgos, NMX-GR-10972-3-IMNC-2008 (ISO 10972-3-2003) para Grúas Torre y NMX-GR-10972-5-IMNC-2009 (ISO 10972-5-2006) para grúas puente y pórtico y demás normas de izaje.

Con base en esta gestión del trabajo es estrategia de la Comisión que sus contratistas y proveedores establezcan, documenten, implementen y mantengan sus Sistemas de Gestión vinculados con el de la Comisión, es decir, buscar la correspondencia entre los sistemas de gestión del Contratista con el de la Comisión. El alcance de los Sistemas de Gestión para el proyecto consiste en establecer, documentar, implementar y mantener los Sistemas de Gestión: de la Calidad, Ambiental y de la Seguridad y Salud en el Trabajo, para gestionar todas las fases del Proyecto en las Obras Civiles, Obras Asociadas y Obras Electromecánicas, de acuerdo con las normas anteriormente citadas.
La función principal del establecimiento, documentación, implementación y mantenimiento de los Sistemas de Gestión del Contratista es, demostrar la capacidad para proporcionar servicios confiables que cumplan con los requisitos del cliente, los legales y los reglamentarios; por ello los Sistemas de Gestión del Contratista deben estar vinculados con el Sistema de Gestión Integrado de la Comisión.
Los costos asociados al establecimiento, documentación, implementación y mantenimiento de los Sistemas de Gestión, así como las medidas de seguridad y de protección ambiental establecidas, deben estar implícitos en cada una de las actividades y procesos correspondientes. El Contratista es responsable, durante todas las fases del Proyecto en las Obras Civiles, Obras Asociadas y Obras Electromecánicas, de:
1) los daños y perjuicios ocasionados a terceras personas físicas o morales y las indemnizaciones que resulten.
2) las acciones correctivas que establezcan la Comisión y autoridades con competencia en la protección del ambiente y a la seguridad y salud en el trabajo.
3) las sanciones que impongan las autoridades competentes.
4) las repercusiones económicas que resulten a causa de retrasos en el programa general de obra.
5) la integridad física y salud de los trabajadores.

Los costos que se deriven de estas circunstancias deberá pagarlos el Contratista sin cargos adicionales para la CFE

Los Licitantes deben entregar en la Propuesta Técnica toda la documentación solicitada de los Sistemas de Gestión, en forma completa y como está establecido.

9.1 Documentación relativa a los Sistemas que proporcionará la Comisión

9.1.1 Sistema de Gestión Ambiental

- Criterios en Materia de Protección Ambiental

9.1.2 Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo

- Reglamento de seguridad e Higiene Para contratistas

Dentro del alcance del Contrato se considera obligación del Contratista atender lo relacionado con la Seguridad y Salud en el Trabajo, higiene, medio ambiente y Protección Civil durante la ejecución de los trabajos, conforme a lo establecido por la Ley Federal del Trabajo y legislación aplicable para la protección de las Obras, la seguridad y conveniencia del personal del Contratista, Subcontratistas y proveedores, el personal de la CFE, visitantes e instalaciones.
El Contratista debe considerar la elaboración del Reglamento de Seguridad y Vigilancia en el proyecto, y apegarse a todas las leyes, reglamentos y disposiciones tanto federales como estatales relacionadas con la seguridad y salud e higiene para el proyecto.
Requerimientos que deberá entregar el contratista para cumplir con todas las normas aplicables de la STPS vigentes

- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (que incluya por lo menos)
  - Protocolos de seguridad sanitaria, de acuerdo a lo establecido por la autoridad correspondiente.
  - Análisis de riesgos por cada una de las actividades que se realizan, considerando cada uno de los procesos constructivos
  - Medidas de seguridad
  - Determinación de EPP básico y especifico de acuerdo al análisis de riesgos
  - Señalización
  - Reportes para la estadística de HH, así como de investigación de incidentes y accidentes
  - Programa de capacitación y adiestramiento
  - Liberación de Permisos de trabajo para actividades de alto riesgo
  - Reglamento interno de Seguridad y Salud en el Trabajo
  - Altas de personal ante el IMSS
  - Campañas de salud y control de adicciones
- Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo

- Plan de atención a emergencias
  - Servicio médico y/o de atención de emergencias con el que contará
  - Equipo y materiales de rescate en casos de emergencia
  - Atención de lesionados y enfermos
  - Plan de emergencias por cada situación que se pueda presentar, considerando situaciones de origen natural y antrópico.

Los requerimientos antes mencionados son enunciativos, mas no limitativos de acuerdo a lo que consideran todas las normas aplicables de la STPS vigentes.

En el caso de incumplimiento a los requisitos de los Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo por parte del Contratista, la Comisión está facultada para contratar con terceros los servicios necesarios con el objeto de establecer los Sistemas de Gestión de la Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo y los costos derivados de dichos servicios serán reembolsados a la Comisión por el Contratista

10 PROTECCIÓN AMBIENTAL

El marco general de aplicación de las actividades para la protección ambiental se establece en la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R), el resolutivo correspondiente y el Programa de Vigilancia Ambiental que sea validado por la SEMARNAT/DGIRA, por lo que el Licitante deben conocer y considerar en sus propuestas técnicas y económicas las acciones que apliquen en cada actividad del proyecto durante el tiempo que dure la ejecución de los trabajos.
Es responsabilidad del Contratista definir y aplicar todos los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para satisfacer oportunamente y con calidad técnica estas especificaciones, para ello, el Licitante debe presentar en su oferta técnica y económica la propuesta de un plan de acción para la implementación de las presentes especificaciones, el cual deberá ser congruente con el programa general de trabajo, mismo que en su momento, deberá ser aprobado por la CFE. Dicho plan deberá contener en términos enunciativos más no limitativos lo siguiente:
Objetivos y metas, deberán ser claros y concisos.
Aspectos ambientales objeto del plan de acción, debiendo cubrirse al menos los aspectos ambientales señalados en las presentes especificaciones.
Propuesta para el Manejo y Disposición de Residuos Sólidos. La propuesta debe contener una descripción de las acciones para la separación de los residuos, tipo de contenedores, capacidad, localización, cantidad, periodicidad de la recolección, tipo de transporte recolector, localización del sitio de disposición final. En el caso de los residuos orgánicos, localización del sitio donde se producirá la composta, descripción de las instalaciones y procedimiento para la producción de la composta y características que deberá tener para ser utilizada, programa de producción, áreas donde será utilizada, programa de utilización.
En el Programa General de Protección Ambiental se deben calendarizar las actividades necesarias para estudios, gestiones permisos, pagos de derechos, adquisición de equipos, obras, muestreos, monitoreos y demás acciones necesarias para esta actividad.

Propuesta para el Manejo y Disposición de Residuos Peligrosos. La propuesta deberá contener localización del almacén temporal de residuos peligrosos, una plano de al menos 0.90 x 0.60 m donde se describan las instalaciones y equipamiento del almacén temporal de residuos peligrosos, incluyendo su señalamiento; procedimiento para la recolección en los frentes de trabajo; frecuencia de recolección en los frentes y retiro del almacén temporal; tipo de empresa que será la responsable de la disposición final; acciones a realizar en caso de derrames accidentales, identificación del responsable y brigadas de apoyo, así como de equipos y herramientas con que contará; procedimiento para acciones de emergencia. En el Programa General de Protección Ambiental se deben calendarizar las actividades necesarias para estudios, gestiones permisos, pagos de derechos, adquisición de equipos, obras, muestreos, monitoreos y demás acciones necesarias para esta actividad.

Propuesta para el Manejo y Disposición de Aguas Residuales Domésticas e Industriales. Debe contener: plano de localización de al menos 0.90 x 0.60 m, donde se indiquen todas las instalaciones que generen aguas residuales, identificando su tipo (doméstica o industrial), trazo propuesto para los colectores y drenes, ubicación de los sistemas de tratamiento y de los sitios de descarga de cada uno de ellos. De forma complementaria debe contener una descripción clara y concreta que señale los volúmenes de aguas residuales a ser tratadas por cada tipo; esquema y descripción del tren de tratamiento para cada tipo de descarga; características generales de la(s) planta(s) de tratamiento; tipo de elementos que removerá y estimación de las características físico-químicas de las descargas; programa de monitoreo; localización de los sistemas de tratamiento y forma de disposición final de la descarga, así como los estudios, gestiones y autorizaciones que obtendrá para su instalación.

Propuesta para el Control de Emisiones a la Atmósfera. Debe contener un cronograma de mantenimiento de cada equipo, maquinaria y vehículos, así como una descripción del control que se establecerá para la realización del mismo. Señalar la cantidad de equipos que se dispondrán para los tres riegos diarios en las vialidades y áreas de trabajo.

Propuesta para las actividades de educación ambiental. Debe contener la relación los temas y materiales a desarrollar como trípticos, carteles, pláticas de inducción, cursos de capacitación, visitas técnicas, personal al que está dirigido cada medio de divulgación y la programación de la entrega de los documentos, impartición de pláticas y cursos. La calendarización debe señalar al grupo de personas y sus actividades a las que están dirigidos cada medio de comunicación, así como los temas de que se tratan y debe contener una propuesta de evaluación de los resultados del programa.

Recursos humanos para la implementación, deberá señalar el personal técnico y de apoyo del que dispondrá, señalando los perfiles de puesto, especialización y experiencia. En todo caso, estos aspectos deberán ser acordes con los roles, actividades, y factores ambientales que se pretenda cubrir con dicho personal, debiendo tener experiencia suficiente y comprobable para la coordinación, gestión y el cumplimiento de estas especificaciones.

Recursos materiales, equipos, maquinaria y vehículos, deberá listar y señalar las características, fichas técnicas y/o especificaciones de materiales y equipos principales con que contará el área ambiental (tipo y cantidad de cada uno, por ejemplo. vehículos, volteos, maquinaria, equipo de cómputo, equipos de medición, de protección y rescate de fauna silvestre, entre otros), así como su programa de utilización, cuando sea aplicable.

Diagrama específico de estructura y funciones, la propuesta debe contener al menos: organigrama del área de protección ambiental y su relación y dependencia con respecto a la autoridad máxima del Contratista dentro de la obra; indicar la cantidad de personal en cada una de las subáreas hasta las de menor nivel; nombre y experiencia del responsable del área de protección ambiental; señalar las funciones y responsabilidades de cada una de las áreas y subáreas; descripción del perfil de cada puesto y requisitos para cubrirlo.
Recursos financieros necesarios para la implementación, para con ello, dar pleno cumplimiento a las disposiciones ambientales en tiempo y forma.
Programa calendarizado de trabajo, debe estar elaborado como un cronograma que señale las actividades principales y subactividades necesarias que se tienen consideradas llevar a cabo para la atención de cada uno de los aspectos señalados en las presentes especificaciones, la atención de las medidas de mitigación de la MIA-R y las acciones que son responsabilidad del Contratista y que se encuentran contenidas en la MIA-R, y su respectiva autorización. El desglose de las actividades, debe considerar los estudios previos, gestiones, permisos, pagos de derechos, obras, mantenimiento, operación, informes de la ejecución del contrato y los solicitados en las autorizaciones correspondientes, cierres de frentes, recepción de las autoridades, limpieza de las áreas, restauración y demás acciones necesarias para esta actividad, entre otras, y todo lo necesario para contar con una planeación completa y programada de las actividades que son responsabilidad del Contratista desde el inicio de la construcción hasta la entrega recepción del proyecto. Dicho programa debe incluir también la ponderación propuesta por el Licitante para cada una de las actividades que contenga el programa, de manera que se identifique claramente los recursos financieros que serán asignadas a cada una de ellas; también debe señalarse la unidad y forma de medición de los avances propuestos. Dicho programa debe ser presentado en la oferta técnica en las hojas que sean necesarias de al menos 0.90 x 0.60 m cada una. El Contratista y la Comisión, en los primeros 30 Días de iniciada la vigencia del Contrato, acordarán el programa definitivo, la ponderación y unidad de medición para el seguimiento del programa, el cual será formalizado por las partes.
Indicadores de realización, deberán establecerse con base en los objetivos y metas para cada uno de los temas ambientales que se aborden.
El plan de acción debe reflejar las actividades para responder adecuada y oportunamente a los compromisos ambientales establecidos por la SEMARNAT/DGIRA para la CFE, así como la voluntad y el compromiso del Licitante para alcanzar un sólido desempeño ambiental, sin que esto implique retrasos en las obras y/o actividades objeto del proyecto, previniendo y controlando los impactos de las actividades de construcción, que le permita, además, un equilibrio con el entorno social donde se desarrollará el proyecto.

11 DOCUMENTOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

La Comisión proporciona, como parte de la Convocatoria a la Licitación, las especificaciones técnicas y criterios generales de diseño civiles, características particulares y adendas eléctricas y mecánicas, las cuales deberán ser cumplidas por el Contratista para la realización de la Ingeniería de detalle, fabricación, suministro, pruebas y puesta en servicio.

Asimismo, se entregan los planos generales, tanto de Obra Civil como de equipamiento electromecánico que forman parte de la Convocatoria a la Licitación y deberán ser considerados como referencia para la elaboración de las proposiciones técnicas. La información contenida en los mismos se debe considerar a nivel de Ingeniería Conceptual, Básica y Detalle, en los planos conceptuales y básicos el Contratista deberá elaborar los planos correspondientes de la Ingeniería de detalle.

Para todo lo relacionado con la protección del ambiente durante la construcción el Contratista deberá considerar lo establecido en la Especificación correspondiente, anexa a la presente Convocatoria a la Licitación.

El Licitante deberá cumplir con todos los aspectos técnicos establecidos en los documentos mencionados anteriormente mientras que para los aspectos económicos y generales prevalecerá lo indicado en la Convocatoria a la Licitación.

CRITERIOS DE DISEÑO				
NO	**IDENTIFICACIÓN**	**CONJUNTO**	**TÍTULO**	**HOJAS**
1	PAS-CD-LA-001	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Anillo metálico	6
2	PAS-CD-LA-002	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Grúa pórtico	6
3	PAS-CD-LA-003	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Planta de tratamiento	11
4	PAS-CD-LA-005	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Sistema eléctrico	15

PLANOS				
NO	**IDENTIFICACIÓN**	**CONJUNTO**	**TÍTULO**	**HOJAS**
1	PAS-PN-EO-001	Generales	Planta general de localización	1 de 1
2	PAS-PN-EO-002	Generales	Plano de Conjunto	1 de 1
3	PAS-PN-EO-003	Generales	Planta General – Vértices principales	1 de 1
4	PAS-PN-EO-004	Generales	Diagrama Unifilar	1 de 1
5	PAS-PN-EO-005	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Planta de Tratamiento	1 de 1
6	PAS-PN-LA-006	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Geométrico PCT1	1 de 1
7	PAS-PN-LA-007	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Ventilación – Secciones -PCT-1	1 de 1
8	PAS-PN-LA-008	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Anillos Metálicos PCT-1	1 de 1

PLANOS				
NO	IDENTIFICACIÓN	CONJUNTO	TÍTULO	HOJAS
9	PAS-PN-LA-009	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Losa de Cimentación PCT-1	1 de 1
10	PAS-PN-LA-010	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Grúa Pórtico PCT-1	1 de 1
11	PAS-PN-LA-011	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Tratamientos PCT-1	1 de 1
12	PAS-PN-LA-012	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Mamparas PCT-1	1 de 1
13	PAS-PN-LA-013	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	LMT PCT-1	1 de 1
14	PAS-PN-LA-014	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Geométrico PCT-2	
15	PAS-PN-LA-015	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Ventilación-Secciones PCT-2	1 de 1
16	PAS-PN-LA-016	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Anillos Metálicos PCT-2	1 de 1
17	PAS-PN-LA-017	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Losa de Cimentación PCT-2	1 de1
18	PAS-PN-LA-018	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Grúa Pórtico PCT-2	1 de 1
19	PAS-PN-LA-019	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Tratamientos PCT-2	1 de 1
20	PAS-PN-LA-020	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	MAMPARAS PCT-2	1 de 1
21	PAS-PN-LA-021	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	LMT PCT-2	1 de 1
22	PAS-PN-LA-022	Lumbreras de Acceso y Ventilación PCT1 y PCT2	Referencias Topográficas	1 de 1
23	PAS-PN-LA-023	Lumbreras de Acceso y	Pozos de observación	1 de 1

PLANOS				
NO	**IDENTIFICACIÓN**	**CONJUNTO**	**TÍTULO**	**HOJAS**
		Ventilación PCT1 y PCT2		
24	PAS-PN-LA-024	Lumbreras de Acceso y Ventilación PCT1 y PCT2	Piezómetros eléctricos	1 de 1
25	PAS-PN-LA-025	Lumbreras de Acceso y Ventilación PCT1 y PCT2	Inclinómetros Multipunto	1 de 1
26	PAS-PN-LA-026	Lumbreras de Acceso y Ventilación PCT1 y PCT2	Extensómetros Multipunto	1 de 1
27	PAS-PN-LA-027	Lumbreras de Acceso y Ventilación PCT1 y PCT2	Clinómetros	1 de 1
28	PAS-PN-LA-028	Lumbreras de Acceso y Ventilación PCT1 y PCT2	Celdas de presión	1 de 1
Planos Geotécnicos				
1	SGM-DMR-K1330-P-001-2021	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Modelo geotécnico de tiro vertical 1	1 de 1
2	SGM-DMR-K1330-P-002-2021	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Modelo geotécnico de tiro vertical 2	1 de 1
3	SGM-DMR-K1330-P-003-2021	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Tratamiento en tiro vertical 1	1 de 1
4	SGM-DMR-K1330-P-004-2021	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Tratamiento en tiro vertical 2	1 de 1
Planos Eléctricos				
1	LMT_SE_Tiro PCT-1	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Redes de distribución media tensión a S.E. PCT-1 mina Pasta de Conchos	1 de 1
2	LMT_SE_Tiro PCT-2	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-2	Redes de distribución media tensión a S.E. PCT-2 mina Pasta de Conchos	1 de 1
3	PAS-PN-EO-004-DIAGRAMA UNIFILAR	Lumbrera de Acceso y Ventilación PCT-1	Diagrama unifilar general	1 de 1

ESPECIFICACIONES				
NO	**IDENTIFICACIÓN**	**CONJUNTO**	**TÍTULO**	**HOJAS**
1	CAPÍTULO 01	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Generalidades, Términos y Condiciones	31
2	CAPÍTULO 02	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Infraestructura, Vialidades y Caminos de construcción	19
3	CAPÍTULO 03	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Excavaciones	25
4	CAPÍTULO 04	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Concretos	36
5	CAPÍTULO 05	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Acero de refuerzo y acero estructural	29
6	CAPÍTULO 06	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Tratamientos a la roca	24
7	CAPÍTULO 07	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Protección Ambiental	8
8	CAPÍTULO 08	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Medidas de Seguridad	39
9	CAPÍTULO 09	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Alcance e Integración de Precio Unitario	23
10	PAS EM LA 001	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Grúa Pórtico	14
11	PAS EM LA 002	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Elevador	26
12	PAS EM LA 004	Lumbrera de Acceso Y Ventilación	Planta de Tratamiento	12
13	PAS EM LA 005	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Sistema de Auscultación	30

ESTUDIOS				
NO	**IDENTIFICACIÓN**	**CONJUNTO**	**TÍTULO**	**HOJAS**
1	SGM-DGL-K1330-R-001 2021 Rev00	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Reporte de las condiciones geológicas-geofísicas de los tiros verticales 1 y 2 para rescate en Pasta de Conchos; San Juan de Sabinas, Coahuila.	36
2	SEG_DGL_K1330_R_001_06_0621_Rev00	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Informe de Sondeo PCT1	113
3	SEG_DGL_K133_I_030_06_0621_Rev00	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Reporte Geológico del Sondeo PCT2	115
4	SEGH-DECA-K1330-I-01/2021	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Informe Hidrogeológico e Hidrológico	52
4.1	Anexo 1	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Anexo 1 Tabla Censo Obras Hidráulica y Sitios de Reconocimiento	2
4.2	Anexo 2	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Plano de Localización de Obras Hidráulicas y Sitios de reconocimiento	1
4.3	Anexo 3	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Obras Hidráulicas y Sitios de reconocimiento	53
5	Informe tiros verticales 1 y 2	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Informe tiros verticales 1 y 2, Mecánica de Rocas, “Caracterización y diseño geotécnicos de tiros verticales 1 y 2”	34
6	SGM-DSG-k1330-I-001 2021 Rev00 - F	Lumbrera de Acceso y Ventilación	Estudio de Caracterización geofísica para el rescate de los cuerpos en la mina Pasta de Conchos	37