

## INFORME FINAL

**Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango. Etapa 2016**

**CONVENIO DE COLABORACIÓN CONAGUA-IMTA SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC  
(proyecto TC-1706.3)**



## **Participantes**

**M. I. Antonio Javier García López, Responsable de proyecto**

**M. I. Arturo González Herrera, Colaborador**

**Dr. Martín Piña Soberanis, Supervisor**

**Ing. Antonio Flores Ocampo, Apoyo técnico**

**Ing. Juan Rodríguez Castillo, Apoyo técnico**

**Arq. Hugo Mauricio Sánchez Guerrero, Apoyo técnico**

**M. I. Wendoly Flores Alarcón, Apoyo técnico**

---

## RESUMEN EJECUTIVO

En gran cantidad de pozos profundos de la Comarca Lagunera en el estado de Durango, se ha detectado la presencia de arsénico en concentraciones por arriba del límite máximo permisible que establece la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994 (Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Límites permisibles de calidad de agua y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización), lo que representa un riesgo para la población.

Ante la necesidad de dar solución a la problemática de calidad de agua conforme a la normatividad vigente y con el fin de beneficiar con agua potable a la población de la Región Lagunera de Durango, en el año 2014, la Conagua solicita al IMTA llevar a cabo un Estudio de Factibilidad Técnica para la implementación de plantas potabilizadoras de filtración directa para potabilizar el agua de 21 pozos en el estado de Durango, y determinar los esquemas de tratamiento más convenientes de acuerdo a la calidad del agua, caudales de extracción, áreas disponibles, infraestructura e interconexiones existentes. Además, se proporcionó asistencia técnica en el proceso de Licitación para la Construcción y Puesta en Marcha de dos Plantas Potabilizadoras para Remoción de Arsénico del tipo Filtración Directa en la cabecera municipal de Gómez Palacio, Durango.

En el año 2015, por solicitud de la Conagua, el IMTA elaboró nueve proyectos ejecutivos de plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa; Términos de Referencia Técnicos para la elaboración, por parte de un tercero, de cinco proyectos ejecutivos de plantas potabilizadoras para la remoción de arsénico y otros contaminantes; así como apoyo técnico en los procesos de licitación, construcción y puesta en marcha de una planta potabilizadora para remoción de arsénico tipo filtración directa.

Con el propósito de dar continuidad a los trabajos realizados en los años 2014 y 2015, la Conagua solicita al IMTA: elaboración de Ingeniería Básica para el desarrollo de dos proyectos ejecutivos de plantas potabilizadoras de filtración directa para remoción de arsénico; asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa y; asistencia técnica en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa. Para formalizar la solicitud se elabora y firma el Convenio de Colaboración SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC y sus dos modificaciones, con el objeto de realizar el proyecto titulado "Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango, etapa 2016".

En concordancia con los alcances del proyecto se elaboró la ingeniería básica para el desarrollo de dos proyectos ejecutivos de plantas potabilizadoras de filtración directa en los pozos 24-A y 13-A, ubicados en zona centro de Gómez Palacio. Los estudios de la ingeniería básica incluyeron:

---

caracterización de la calidad del agua en cada fuente de abastecimiento para determinar las necesidades de tratamiento; mecánica de suelos en predios donde se construyeron las plantas potabilizadoras cuyos resultados sirvieron para definir y diseñar las cimentaciones de las diversas estructuras; topografía de los predios para determinar los desniveles y delimitar el área disponible para la construcción de las plantas potabilizadoras; estudios de eficiencias electromecánicas de los equipos de bombeo de los dos pozos, conforme a la NOM-006-ENER-1995, que sirvieron para diagnosticar su estado actual y recomendar mejoras en sus eficiencias con el propósito de optimizar el consumo energético. Adicionalmente, se realizó el pre-dimensionamiento de las unidades de tratamiento y se elaboraron los planos de arreglo general de las dos plantas potabilizadoras. A petición de la Conagua (Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte, OCCCN) se elaboraron catálogos de conceptos y presupuestos base preliminares, así como los Términos de Referencia Técnicos que sirvieron para complementar las bases de licitación para el diseño, construcción y puesta en marcha de las dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico. Los términos de referencia incluyeron: objetivos y alcances, datos básicos de los pozos, esquema general de tratamiento e ingeniería básica, normas aplicables y conceptos de trabajo, entre lo principal. Los procesos de licitación, fallo y adjudicación de contratos de las dos obras estuvieron a cargo de la Comisión del Agua del Estado de Durango (CAED); el IMTA no participó en estas actividades.

Paralelamente a la actividad anterior, se brindó asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa, cuyos proyectos ejecutivos fueron elaborados por el IMTA en el año 2015. Los procesos de licitación, fallo y adjudicación de contratos de las obras estuvieron a cargo de la Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento y Saneamiento de Oficinas Centrales de la Conagua; el IMTA no participó en estas actividades. Los pozos beneficiados fueron: 1 y 7 Centro (Gómez Palacio); 22 y 24 (zona rural Gómez Palacio); 5 (Gómez Palacio); 33-A (Gómez Palacio); No. 16, El Quemado y El Cariño (Tlahualilo); Transporte I y III (Gómez Palacio); 21-Dinamita (zona rural Gómez Palacio); 15-Pueblo Nuevo (zona rural Gómez Palacio).

En general, la asistencia técnica consistió en verificar que las unidades de tratamiento, equipos y dispositivos cumplieran con lo establecido en sus respectivos proyectos ejecutivos, en los aspectos funcional y de especificaciones, así como validar modificaciones. Para cumplir con la actividad, se realizaron visitas de seguimiento mensuales a las plantas potabilizadoras en construcción y a los talleres de fabricación de tanques de acero para filtros a presión. Las verificaciones en obra se fundaron en los planos constructivos, especificaciones de diseño y memorias de cálculo de los diferentes rubros: diseño funcional, arquitectónico, estructural, hidráulico, mecánico, eléctrico y, de control y automatización.

Además, en cada visita de verificación se realizaron reuniones técnicas en las oficinas de la Conagua (OCCCN) para aclarar dudas sobre las unidades de tratamiento (materiales, dimensiones, niveles de desplante, cantidades de obra, etc.), tipos y características de equipos y

---

dispositivos, y derivado de estas revisiones fueron surgiendo detalles que requirieron ser modificados, para lo cual se hicieron los análisis pertinentes y en su caso, se validaron dichas modificaciones a los proyectos ejecutivos. De igual modo, a través de correo electrónico se atendieron solicitudes de aclaraciones y propuestas de modificación a los proyectos ejecutivos por parte de las empresas constructoras, de la empresa de supervisión externa y de los residentes de obra por parte de la Conagua.

En la tercera actividad, se brindó asistencia técnica durante el diseño y construcción de las plantas potabilizadoras para remoción de arsénico de los pozos 24-A y 13-A, cuyas ingenierías básicas fueron desarrolladas por el IMTA en una etapa previa. En esta actividad, primero se proporcionó apoyo técnico durante la elaboración de los proyectos ejecutivos por parte de las empresas constructoras, y luego durante la construcción e instalación de las dos potabilizadoras con el propósito de verificar que las unidades de tratamiento, equipos y dispositivos cumplieran con lo establecido en los proyectos ejecutivos, en los aspectos funcional y de especificaciones y validar modificaciones. Las verificaciones en obra se fundaron en los planos constructivos, especificaciones de diseño y memorias de cálculo de los diferentes rubros: diseño funcional, arquitectónico, estructural, hidráulico, mecánico, eléctrico y, de control y automatización.

---

## Contenido

Antecedentes.....	1
Objetivo .....	4
Actividades realizadas .....	4
Metodología general .....	5
<b>1. Estudios de Ingeniería Básica para el desarrollo de dos proyectos ejecutivos de plantas de filtración directa para remoción de arsénico.....</b>	<b>8</b>
1.1 Pozo 24-A. SIDEAPA Gómez Palacio .....	8
1.1.1 Ubicación del pozo .....	8
1.1.2 Topografía.....	9
1.1.3 Caudal y presión de operación .....	9
1.1.4 Estudio de eficiencia energética en equipo de bombeo del pozo .....	10
1.1.5 Calidad del agua.....	12
1.1.6 Estudio de mecánica de suelos en predio del pozo .....	13
1.1.7 Propuesta de arreglo general de planta potabilizadora para el pozo 24-A .....	16
1.1.8 Catálogo de conceptos y presupuesto base preliminar para planta del pozo 24-A ....	17
1.1.9 Términos de referencia técnicos para el diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de una planta potabilizadora para la remoción de arsénico mediante filtración directa en el pozo 24-A.....	20
1.2 Pozo 13-A. SIDEAPA Gómez Palacio .....	20
1.2.1 Ubicación del pozo .....	20
1.2.2 Topografía.....	21
1.2.3 Caudal y presión de operación .....	21
1.2.4 Estudio de eficiencia energética en equipo de bombeo del pozo .....	22
1.2.5 Calidad del agua.....	24
1.2.6 Estudio de mecánica de suelos en predio del pozo .....	25
1.2.7 Propuesta de arreglo general de planta potabilizadora para el pozo 13-A .....	28
1.2.8 Catálogo de conceptos y presupuesto base preliminar para planta del pozo 13-A ....	29
1.2.9 Términos de referencia técnicos para el diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de una planta potabilizadora para la remoción de arsénico mediante filtración directa en el pozo 13-A.....	32

---

<b>2. Asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa.....</b>	<b>33</b>
2.1 Pozos 1 y 7. Zona centro Gómez Palacio .....	36
2.1.1 Visitas de seguimiento a obra. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	36
2.2 Pozos 22 y 24. Zona rural Gómez Palacio .....	43
2.2.1 Visitas de seguimiento a obra. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	43
2.3 Pozo No. 5. Gómez Palacio .....	55
2.3.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	55
2.4 Pozos Transporte I y III. Zona rural Gómez Palacio .....	65
2.4.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	65
2.5 Pozos No. 16, El Quemado y El Cariño. Tlahualilo.....	80
2.5.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	80
2.6 Pozo 15-Pueblo Nuevo. Zona rural Gómez Palacio .....	91
2.6.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	91
2.7 Pozo 21-Dinamita. Zona rural Gómez Palacio .....	100
2.7.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	100
2.8 Pozo 33-A. Gómez Palacio .....	103
2.8.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018 .....	103
<b>3. Asistencia técnica en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa .....</b>	<b>109</b>
3.1 Pozo 24-A. Zona centro Gómez Palacio.....	110
3.1.1 Asistencia técnica durante la elaboración del proyecto ejecutivo de planta pozo 24-A .....	110
3.1.2 Visita de seguimiento a obra. Agosto 2017 – marzo 2018.....	116
3.2 Pozo 13-A. Gómez Palacio .....	120
3.2.1 Asistencia técnica durante la elaboración del proyecto ejecutivo de planta pozo 13-A .....	120
3.2.2 Visita de seguimiento a obra. Agosto 2017 – marzo 2018.....	126
<b>4. Informes de avance mensual.....</b>	<b>133</b>
<b>5. Un informe final .....</b>	<b>133</b>

---





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato B, NOM-006-ENER-1995, pozo 24-A .....	11
Tabla 2. Resultados de análisis de agua del pozo 24-A .....	13
Tabla 3. Ubicación de sitio para estudio de mecánica de suelos en pozo 24-A.....	13
Tabla 4. Conceptos incluidos en el catálogo pozo 24-A .....	18
Tabla 5. Formato B, NOM-006-ENER-1995, pozo 13-A .....	23
Tabla 6. Resultados de análisis de agua del pozo 13-A .....	25
Tabla 7. Ubicación de sitio para estudio de mecánica de suelos en pozo 13-A.....	25
Tabla 8. Conceptos incluidos en el catálogo pozo 13-A .....	30
Tabla 9. Relación de contratos y empresas ganadoras .....	34
Tabla 10. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No. 1 y No. 7 .....	37
Tabla 11. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No.22 y No.24 .....	46
Tabla 12. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No. 5.....	58
Tabla 13. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos Transporte I y III .....	68
Tabla 14. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No. 16, El Quemado y El Cariño .	81
Tabla 15. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 15-Pueblo Nuevo .....	91
Tabla 16. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 21-Dinamita .....	101
Tabla 17. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 33-A .....	104
Tabla 18. Relación de licitaciones y empresas ganadoras.....	109
Tabla 19. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 24-A .....	116
Tabla 20. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 13-A .....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Pozo 24-A .....	8
Figura 2. Plano topográfico del predio del pozo 24-A.....	9
Figura 3. Medición de parámetros eléctricos en pozo 24-A .....	12
Figura 4. Pozo a cielo abierto (PCA) con profundidad de 2.10 metros para determinación de propiedades físicas y mecánicas del suelo en pozo 24-A.....	16
Figura 5. Análisis de laboratorio de mecánica de suelos pozo 24-A .....	16
Figura 6. Propuesta inicial de arreglo general de equipo planta pozo 24-A .....	17
Figura 7. Ubicación del Pozo 13-A .....	20
Figura 8. Plano topográfico del predio del pozo 13-A.....	21
Figura 9. Medición de parámetros eléctricos en pozo 13-A .....	24
Figura 10. Pozo a cielo abierto (PCA) con profundidad de 2.10 metros para determinación de propiedades físicas y mecánicas del suelo en pozo 13-A.....	28
Figura 11. Análisis de laboratorio de mecánica de suelos pozo 13-A .....	28
Figura 12. Propuesta de arreglo general de equipo planta pozo 13-A .....	29
Figura 13. Arreglo general de planta proyectada en el terreno inicial, pozos No.22 y No.24 .....	44

---

Figura 14. Arreglo general de planta proyectada en nuevo terreno, pozos No.22 y No.24 .....	45
Figura 15. Arreglo general de planta proyectada en el terreno inicial, pozo No. 5 .....	56
Figura 16. Arreglo general de planta proyectada en nuevo terreno, pozo No. 5 .....	57
Figura 17. Arreglo general de planta proyectada en terreno inicial, pozos Transportes I y III .....	66
Figura 18. Arreglo general de planta proyectada en nuevo terreno, pozos Transportes I y III .....	67

---

## Antecedentes

En gran cantidad de pozos profundos de la Comarca Lagunera en el estado de Durango, se ha detectado la presencia de arsénico en concentraciones por arriba del límite máximo permisible que establece la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994 (Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano, Límites permisibles de calidad de agua y tratamientos a los que debe someterse el agua para su potabilización), lo que representa un riesgo para la población.

Ante la necesidad de dar solución a la problemática de calidad de agua conforme a la normatividad vigente y con el fin de beneficiar con agua potable a la población de la Región Lagunera de Durango, en el año 2014, la Conagua solicita al IMTA llevar a cabo un Estudio de Factibilidad Técnica para la implementación de plantas potabilizadoras de filtración directa para potabilizar el agua de 21 pozos en el estado de Durango, y determinar los esquemas de tratamiento más convenientes de acuerdo a la calidad del agua, caudales de extracción, áreas disponibles, infraestructura e interconexiones existentes. Además, se proporcionó asistencia técnica en el proceso de Licitación para la Construcción y Puesta en Marcha de dos Plantas Potabilizadoras para Remoción de Arsénico del tipo Filtración Directa en la cabecera municipal de Gómez Palacio, Durango.

En el año 2015, por solicitud de la Conagua, el IMTA elaboró nueve proyectos ejecutivos de plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa; Términos de Referencia Técnicos para la elaboración, por parte de un tercero, de cinco proyectos ejecutivos de plantas potabilizadoras para la remoción de arsénico y otros contaminantes; así como apoyo técnico en los procesos de licitación, construcción y puesta en marcha de una planta potabilizadora para remoción de arsénico tipo filtración directa.

Con el propósito de dar continuidad a los trabajos realizados en los años 2014 y 2015, la Conagua solicita al IMTA, por medio del Oficio No.BOO.802.06.-574 de fecha 13 de octubre de 2016:

- a) Elaboración de dos proyectos ejecutivos de plantas de filtración directa para remoción de arsénico a pie de pozo
  - Pozo 24-A (Gómez Palacio)
  - Pozo 13-A (Gómez Palacio)
  
- b) Asistencia técnica en los procesos de licitación, construcción y puesta en marcha de cinco plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa a presión
  - Pozos 1 y 7 Centro (Gómez Palacio)
  - Pozos 22 y 24 (zona rural Gómez Palacio)
  - Pozo 5 (Gómez Palacio)

- Pozo 33-A (Gómez Palacio)
- Pozos No.16, El Quemado y El Cariño (Tlahualilo)

c) Elaboración de informes de avance mensual

d) Un informe final

Para formalizar la solicitud se elabora y firma el Convenio de Colaboración SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC el 01 de noviembre de 2016, con vigencia hasta el 31 de julio de 2017, con el objeto de realizar el proyecto titulado “Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango, etapa 2016”.

Durante la ejecución de las actividades y mediante Oficio No.BOO.802.06.-155/2016 de fecha 10 de noviembre de 2016 la Conagua solicita al IMTA la suspensión provisional del Convenio de Colaboración SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC, por las razones expuestas en el oficio citado. Luego, por medio del Oficio No.BOO.802.06.-046 de fecha 24 de febrero de 2017, la Conagua solicita al IMTA reanudar las actividades a partir del 15 de marzo de 2017, adecuando los alcances del Convenio de Colaboración de acuerdo a lo siguiente:

Referente a la actividad “Asistencia técnica en los procesos de licitación, construcción y puesta en marcha de cinco plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa a presión” la Conagua pide eliminar la asistencia técnica durante los procesos de licitación debido a que éstos, así como el fallo y adjudicación de contratos de las obras estuvieron a cargo de la Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento y Saneamiento de Oficinas Centrales. Así mismo, solicita incluir en esta actividad la asistencia técnica en la construcción y puesta en marcha de tres plantas potabilizadoras para los pozos Transporte I y III, 21-Dinamita y 15-Pueblo Nuevo.

Respecto a la actividad “Elaboración de dos proyectos ejecutivos de plantas de filtración directa para remoción de arsénico a pie de pozo” la Conagua pide ajustar los alcances de los servicios del IMTA únicamente a la elaboración de la ingeniería básica, debido a la decisión de licitar las obras incluyendo los conceptos de Diseño y Construcción.

Como una actividad adicional a las dos anteriores, la Conagua solicita incluir la asistencia técnica en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa a presión en los pozos 24-A y 13-A pertenecientes al SIDEAPA de Gómez Palacio, Durango.

Para formalizar la solicitud de la Conagua, se elaboró y firmó un Convenio Modificatorio al Convenio de Colaboración el 15 de marzo de 2017, con vigencia hasta el 31 de diciembre de 2017, en el que se plasmaron los alcances solicitados.

---

Durante la ejecución de las actividades establecidas en el Convenio Modificatorio al Convenio de Colaboración y mediante Oficio No.BOO.802.-545/2017 de fecha 15 de diciembre de 2017 la Conagua informa al IMTA que se autorizó a las empresas contratistas la ampliación de vigencia para la construcción de las siguientes plantas potabilizadoras, hasta el mes de marzo de 2018:

- Pozos 1 y 7 Centro (Gómez Palacio)
- Pozos 22 y 24 (zona rural Gómez Palacio)
- Pozo 5 (Gómez Palacio)
- Pozo 33-A (Gómez Palacio)
- Pozos No.16, El Quemado y El Cariño (Tlahualilo)
- Pozos Transporte I y III (Gómez Palacio)
- Pozos 21-Dinamita (zona rural Gómez Palacio)
- Pozo 15-Pueblo Nuevo (zona rural Gómez Palacio)
- Pozo 24-A (Gómez Palacio)
- Pozo 13-A (Gómez Palacio)

En consecuencia, la Conagua y el IMTA acuerdan ampliar la vigencia del Convenio de Colaboración SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC a fin de que el IMTA desarrolle los servicios de asistencia técnica durante las etapas de construcción y puesta en marcha de estas obras. Para atender la solicitud de la Conagua, se adecua monto y calendario de ejecución de actividades del Convenio de Colaboración, y se formaliza mediante la firma del Segundo Convenio Modificatorio el 18 de diciembre de 2017, con vigencia hasta el 15 de marzo de 2018.

---

## **Objetivo**

El objetivo general de este Convenio de Colaboración, es:

Elaboración de ingeniería básica, asistencia técnica durante el diseño y construcción de potabilizadoras, y evaluación de funcionamiento durante la puesta en marcha.

## **Actividades realizadas**

1. Estudios de Ingeniería Básica para el desarrollo de dos proyectos ejecutivos de plantas de filtración directa para remoción de arsénico
2. Asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa
3. Asistencia técnica en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa a presión
4. Informes de avance mensual
5. Un informe final

Las actividades anteriores corresponden con las establecidas en el Segundo Convenio Modificatorio al Convenio de Colaboración SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC con fecha de firma del 18 de diciembre de 2017.

---

## Metodología general

### 1. Estudios de Ingeniería Básica para el desarrollo de dos proyectos ejecutivos de plantas de filtración directa para remoción de arsénico en los siguientes pozos:

- Pozo 24-A del SIDEAPA, con un gasto de 62 L/s y concentración de arsénico de 0.033 mg/L.
- Pozo 13-A “Sacramento”, del SIDEAPA, con gasto es de 27.5 L/s y concentración de arsénico de 0.038 mg/L.

Los alcances de los estudios de ingeniería básica incluyen los siguientes conceptos:

- Caracterización de la calidad del agua en los parámetros de arsénico, flúor, hierro, dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos, y análisis de campo de color, turbiedad, arsénico, pH y sólidos disueltos totales.
- Acopio de información de los predios donde se ubican y área de influencia de las fuentes de abastecimiento, topografía y mecánica de suelos, infraestructura y equipamiento, tanques de almacenamiento y líneas de conducción.
- Levantamiento de las condiciones físicas y de operación de la infraestructura hidráulica, sanitaria y electromecánica existente en pozos y tanques.
- Propuesta de esquema de tratamiento.

### 2. Asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa:

- Pozos 1 y 7 Centro (Gómez Palacio), caudal 83.5 L/s, arsénico 0.028 mg/L.
- Pozos 22 y 24 (zona rural Gómez Palacio), caudal 94.8 L/s, arsénico 0.172 mg/L.
- Pozo 5 (Gómez Palacio), caudal 111.6 L/s, arsénico 0.031 mg/L.
- Pozo 33A (Gómez Palacio); caudal 93.3 L/s, arsénico 0.0269 mg/L.
- Pozos No. 16, El Quemado y El Cariño (Tlahualilo), caudal 80 L/s, arsénico 0.050 mg/L.
- Pozos Transporte I y III (Gómez Palacio), caudal 192.7 L/s, arsénico 0.059 mg/L.
- Pozos 21-Dinamita (zona rural Gómez Palacio), caudal 80.0 L/s, arsénico 0.046 mg/L.
- Pozo 15-Pueblo Nuevo (zona rural Gómez Palacio), caudal 8.0 L/s, arsénico 0.036 mg/L.

---

En esta actividad, se brindará apoyo técnico durante la construcción e instalación de las ocho potabilizadoras con el propósito de verificar que las unidades de tratamiento, equipos y dispositivos cumplan con lo establecido en los proyectos ejecutivos, en los aspectos funcional y de especificaciones y validar modificaciones.

Una vez realizadas las pruebas eléctricas, mecánicas e hidráulicas de las plantas, se procederá a realizar las pruebas de funcionamiento integral, cuyo objetivo es que las plantas potabilizadoras estén en condiciones de operar en continuo conforme a diseño y con la eficiencia de remoción de contaminantes necesaria para cumplir con la norma de calidad de agua NOM-127-SSA1-1994 (Modificación del 2000).

Se monitorearán los parámetros hidráulicos (presión y caudal) del agua cruda y del agua filtrada y parámetros de calidad de agua a la entrada y salida de filtros (arsénico, hierro, cloro residual, SDT, pH y temperatura) para ajustar dosificación de reactivos y determinar eficiencias de remoción de contaminantes y carreras de filtración. De igual modo, se monitoreará la calidad del agua de retrolavado y efectividad del proceso de tratamiento de lodos (arsénico, SST, hierro, pH).

### **3. Asistencia técnica en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa a presión:**

- Pozo 24-A (Gómez Palacio), caudal 62 L/s, arsénico de 0.033 mg/L.
- Pozo 13-A (Gómez Palacio), caudal 27.5 L/s, arsénico de 0.038 mg/L.

En esta actividad, se brindará apoyo técnico durante el desarrollo de los proyectos ejecutivos, construcción e instalación de las dos potabilizadoras con el propósito de verificar que las unidades de tratamiento, equipos y dispositivos cumplan con lo establecido en los proyectos ejecutivos, en los aspectos funcional y de especificaciones y validar modificaciones.

Una vez realizadas las pruebas eléctricas, mecánicas e hidráulicas de las plantas, se procederá a realizar las pruebas de funcionamiento integral, cuyo objetivo es que las plantas potabilizadoras estén en condiciones de operar en continuo conforme a diseño y con la eficiencia de remoción de contaminantes necesaria para cumplir con la norma de calidad de agua NOM-127-SSA1-1994 (Modificación del 2000).

Se monitorearán los parámetros hidráulicos (presión y caudal) del agua cruda y del agua filtrada y parámetros de calidad de agua a la entrada y salida de filtros (arsénico, hierro, cloro residual, SDT, pH y temperatura) para ajustar dosificación de reactivos y determinar eficiencias de remoción de contaminantes y carreras de filtración. De igual modo, se monitoreará la calidad del agua de retrolavado y efectividad del proceso de tratamiento de lodos (arsénico, SST, hierro, pH).



---

**4. Informes de avance mensual.**

El IMTA preparará informes mensuales donde se evidencie el avance de los servicios. Dichos informes serán entregados, dentro de los 5 días hábiles posteriores al cierre de cada mes. Se entregará un ejemplar impreso de acuerdo a las especificaciones institucionales de la Comisión Nacional del Agua, así como los archivos magnéticos de cada informe mensual y de los documentos de evidencia de avances.

**5. Un informe final**

Se entregará un informe final sintetizando las actividades, resultados, conclusiones y recomendaciones de los servicios realizados. Se entregarán dos ejemplares impresos de acuerdo a las especificaciones institucionales de la Comisión Nacional del Agua, así como los archivos magnéticos del informe final y de los documentos anexos pertinentes.

## 1. Estudios de Ingeniería Básica para el desarrollo de dos proyectos ejecutivos de plantas de filtración directa para remoción de arsénico

A continuación, se expone un resumen de resultados de los estudios previos a la elaboración de la ingeniería básica de las plantas potabilizadoras para los pozos 24-A y 13-A, tales como: caracterización de la calidad del agua de los pozos, topografía y estudio de mecánica de suelos en los terrenos propuestos por SIDEAPA para la construcción de las plantas potabilizadoras, levantamiento de las condiciones físicas y de operación de la infraestructura hidráulica, sanitaria y electromecánica existente en los pozos. Los estudios completos de ingeniería básica para las plantas de los pozos 24-A y 13-A se entregaron como producto a la Conagua (OCCCN) en los meses de marzo y abril de 2017, de acuerdo al cronograma de actividades del Segundo Convenio Modificadorio al Convenio de Colaboración.

Adicional a los estudios que se presentan como resumen en el actual informe, la ingeniería básica completa de las plantas potabilizadoras incluye el pre-dimensionamiento de las unidades de tratamiento y planos de arreglo general. Asimismo, a petición de la Conagua (OCCCN) se elaboró catálogo de conceptos, presupuesto base y especificaciones preliminares, así como los Términos de Referencia Técnicos para complementar las bases de licitación para el diseño, construcción y puesta en marcha de las plantas potabilizadoras para remoción de arsénico. Los términos de referencia incluyen: objetivos y alcances, datos básicos del pozo, esquema general de tratamiento e ingeniería básica, normas aplicables y conceptos de trabajo, entre lo principal.

### 1.1 Pozo 24-A. SIDEAPA Gómez Palacio

#### 1.1.1 Ubicación del pozo

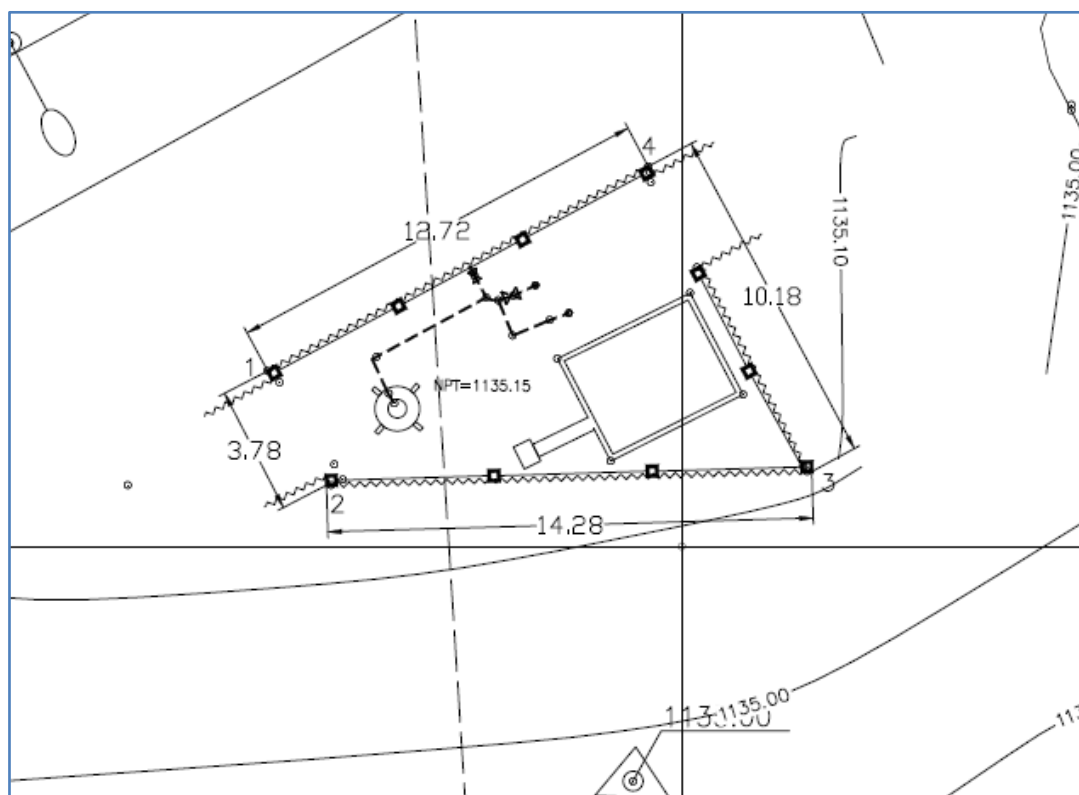
El Pozo 24-A, se encuentra ubicado entre las avenidas Amado Nervo, Bravo y Durango, a un costado de la Plaza Imagen en Gómez Palacio, Durango. Tiene las siguientes coordenadas: Latitud 25° 33' 19.0"N y Longitud 103° 29' 44.5"O con elevación de 1135 msnm.



**Figura 1. Ubicación del Pozo 24-A**

### 1.1.2 Topografía

El predio es plano, pavimentado, bardeado, con superficie de 88.3 m<sup>2</sup>, insuficiente para la construcción de la planta potabilizadora, por lo que se requiere superficie adicional. Para proponer el arreglo general de la planta y con autorización del Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto, director general del SIDEAPA, inicialmente se consideró tomar parte de la Av. Amado Nervo para completar el área faltante, la cual está adyacente al predio del pozo.



**Figura 2. Plano topográfico del predio del pozo 24-A**

### 1.1.3 Caudal y presión de operación

El pozo 24-A trabaja de manera continua con caudal de extracción promedio de 65.9 L/s, bombeando directamente hacia la red con presión en la descarga de 1.5 kg/cm<sup>2</sup>.

Niveles dinámico y estático (datos proporcionados por SIDEAPA)

Nivel dinámico:	229 m
Nivel estático:	desconocido

---

Profundidad:	489 m
Long. Columna:	219 m (72 tramos de 10 ft x 10")

#### Equipamiento

Tipo de bomba:	Centrífuga vertical
Motor:	EMERSON, vertical, centrífugo, 1775 rpm, 460V, 434 A
Potencia:	400 HP
Transformador:	500 KVA
Tren de descarga:	Diámetro en la descarga 10 plg. Cuenta con medidor de flujo electromagnético Endress-Hauser, no tiene manómetro, válvula check, 1 válvula de expulsión de aire, 2 válvulas de seccionamiento tipo compuerta manuales y con actuadores eléctricos, tubería de desfogue con conexión al alcantarillado. Bombea directo a red.

#### 1.1.4 Estudio de eficiencia energética en equipo de bombeo del pozo

Con el objeto de conocer la eficiencia energética del equipo de bombeo del pozo, se recolectaron datos básicos de los componentes como son: motor, bomba, conducciones, y datos adicionales como las condiciones de operación. Asimismo, se midieron los siguientes parámetros:

##### Parámetros hidráulicos

Caudal, con equipo ultrasónico portátil, una vez estabilizado el nivel dinámico

Presión de descarga, con manómetro nuevo de glicerina, escala de 0 a 4 kg/cm<sup>2</sup>, o de 0 a 7 kg/cm<sup>2</sup>

Nivel dinámico del pozo, con sonda eléctrica

Los espesores de tuberías, con un dispositivo adecuado

##### Parámetros electromecánicos

Tensión eléctrica en las 3 fases, (V)

Corriente en las 3 fases, (A)

Factor de potencia

Velocidad de rotación del motor, (rpm).

Además, se tomaron de la placa nominal los siguientes datos: potencia y eficiencia del motor; factor de servicio, factor de potencia, rpm, marca y modelo de motor y bomba. Se evaluó el estado de operación del pozo de acuerdo a los valores mínimos de eficiencia para sistemas de bombeo que establece la NOM-006-ENER-1995. A continuación, se presenta lleno el formato B que establece la norma.

**Tabla 1. Formato B, NOM-006-ENER-1995, pozo 24-A**

EFICIENCIA ELECTROMECÁNICA			HORA DE INSPECCIÓN	HORA DE INSPECCIÓN	HORA DE INSPECCIÓN	PROMEDIO
HORA LLEGADA 10:05 AM			10:20	10:40	11:50	
N°	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN				
1	Dj	DIÁMETRO INTERNO DE LA TUBERÍA (m)	0,24	0,24	0,24	0,24
2	n	FRECUENCIA DE ROTACIÓN (RPM)	1775	1775	1775	1775
3	ND	NIVEL DINÁMICO (M)	198,6	197,6	198,6	198,27
4	x	DISTANCIA DESDE EL NIVEL DE REFERENCIA A LA LÍNEA DE CENTROS DEL MANÓMETRO (M)	0,86	0,86	0,86	0,86
5	P1	LECTURA DEL MANÓMETRO A LA DESCARGA (M)	14	14	14	14
6	Pm	PRESIÓN A LA DESCARGA = [(4) + (5)](M)	14,86	14,86	14,86	14,86
7	A	ÁREA DEL TUBO A LA DESCARGA = [3.141592 X (1)²/4] (M²)	0,0452	0,0452	0,0452	0,0452
8	qv	FLUJO (M³/S)	0,0653	0,0661	0,0664	0,0659
9	hv	CARGA DE VELOCIDAD = [((8)/(7))²/ 19,613 3 ]	0,1062	0,1088	0,1097	0,1083
10	hfc	PÉRDIDAS DE FRICCIÓN EN LA COLUMNA (M)	4,85	4,85	4,85	4,85
11	hd	CARGA DE LA DESCARGA = [(6)+ (9) + (10)] (M)	19,82	19,82	19,82	19,82
12	H	CARGA TOTAL = [(3) + (11) ] (M)	218,42	217,42	218,42	218,08
13	IA	CORRIENTE LÍNEA A	388	372	370	376,67
	IB	CORRIENTE LÍNEA B	376	375	355	368,67
	IC	CORRIENTE LÍNEA C	341	387	367	365
	I	PROMEDIO = [(IA + IB + IC) / 3] (A)	368,33	378	364	370,11
14	VAB	TENSIÓN FASE AB	448	448	447	447,67
	VAC	TENSIÓN FASE AC	448	445	448	447
	VBC	TENSIÓN FASE BC	447	446	447	446,67
	V	PROMEDIO = [(VAB + VAC + VBC) / 3] (V)	447,67	446,33	447,33	447,11
15	fpA	FACTOR DE POTENCIA LÍNEA A	96	94,09	97	95,70
	fpB	FACTOR DE POTENCIA LÍNEA B	99,1	99,1	99,4	99,2
	fpC	FACTOR DE POTENCIA LÍNEA C	98	98,8	99,4	98,73
	fp	PROMEDIO = [(fpA + fpB + fpC) / 3] (%)	97,7	97,33	98,6	97,88
16	Pe	POTENCIA DE ENTRADA AL MOTOR = 1.732 (13) (14) (15) (10 <sup>-5</sup> )	279,02	284,41	278,07	280,50
17	Ps	POTENCIA DE SALIDA DE LA BOMBA = [(8)X(12)X(9806)] (Kw)	139,84	140,93	142,15	140,97
18	h	EFICIENCIA ELECTROMECANICA = [(17)/(16)] X 100 (%)	50,12	49,55	51,12	50,26

Derivado del diagnóstico de eficiencia electromecánica del conjunto bomba-motor, este equipo presentó una eficiencia promedio de 50.2%, sin alcanzar el valor mínimo de eficiencia establecido en la NOM-006-ENER-1995 (que para potencia de 400 HP es de 64%); por lo tanto, se recomienda realizar acciones de inspección y rehabilitación, o de sustitución con el propósito de elevar los niveles de eficiencia mínimos establecidos en la citada norma y alcanzar el caudal y carga requeridos por el sistema de filtración.

En la Sección 7.2 de la NOM-006-ENER-1995 se menciona textualmente que *Las acciones de rehabilitación o sustitución pueden estar dirigidas al motor eléctrico, a la bomba, a la estructura del pozo profundo, o a una combinación de éstos, según sea el caso, de tal forma que el conjunto de éstas dé como resultado los valores de eficiencia electromecánica establecidos en la Tabla 1.*

*El alcance de los trabajos de rehabilitación o sustitución requeridos para lograr el incremento de eficiencia en el equipo electromecánico, será determinado de común acuerdo entre el propietario del equipo y la empresa o taller a que se le asignen los trabajos, compartiendo en partes iguales la responsabilidad en la obtención de resultados. Con base en lo anterior, la empresa o persona física encargada de la rehabilitación o sustitución del equipo de bombeo debe conocer el alcance y objetivo de los trabajos y si éste no es capaz de garantizarlos, comunicárselo al propietario.*



**Figura 3. Medición de parámetros eléctricos en pozo 24-A**

#### 1.1.5 Calidad del agua

Con el fin de verificar los niveles de concentración de algunos parámetros de calidad en el pozo 24-A, se colectaron muestras de agua para analizar arsénico, hierro, dureza total, fluoruros, sulfatos, pH, sólidos disueltos totales, cloruros y turbiedad. El muestreo se realizó el día 16 de febrero de 2017 en compañía del Biólogo Jesús Arnoldo Romo Sánchez, adjunto a la Dirección de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte (OCCCN), quien apoyó en la logística de traslado hacia el pozo y en el envío de las muestras por paquetería. Una vez colectadas las muestras se preservaron, empacaron y enviaron al laboratorio de Calidad del Agua del IMTA para su análisis, el cual cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (**ema**).

En la tabla de resultados se aprecia que la concentración de arsénico (0.0248 mg/L) se encuentra en el límite establecido en la NOM 127-SSA1-1994 Modificación año 2000 (0.025 mg/L). Por lo tanto, se recomienda implementar una planta para remoción de arsénico tipo filtración directa

en el pozo 24-A con el propósito de reducir la concentración de este contaminante por debajo del valor de referencia establecido en la norma mencionada. Asimismo, se recomienda vigilar el comportamiento de la concentración de los parámetros dureza total y sólidos disueltos totales (SDT), considerando que están cerca de llegar al límite establecido en la norma.

**Tabla 2. Resultados de análisis de agua del pozo 24-A**

Parámetros	Resultado de laboratorio	NOM 127-SSA1-1994 (Modificación 2000)
Sólidos disueltos totales (mg/L)	890	1000
Arsénico (mg/L)	0.0248	0.025
Hierro (mg/L)	< 0.10	0.30
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	459	500
Fluoruros (mg/L)	0.716	1.5
Sulfatos (mg/L)	285	400
Cloruros (mg/L)	52.3	250
Color verdadero (UPt-Co)	2.5	20
Turbiedad (NTU)	0.80	5
pH	7.34	6.5 - 8.5

#### 1.1.6 Estudio de mecánica de suelos en predio del pozo

Se realizaron sondeos exploratorios, mediciones de campo y toma de muestras alteradas e inalteradas. Las muestras recuperadas, alteradas o inalteradas, se sometieron a pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos (algunas de ellas se obtuvieron en las pruebas de campo, además de conocer la estratigrafía) en las zonas donde se van a ubicar las estructuras de la planta potabilizadora, de tal forma que los resultados obtenidos sirvieron para definir y diseñar las cimentaciones respectivas y dar recomendaciones para el proceso constructivo más adecuado.

**Tabla 3. Ubicación de sitio para estudio de mecánica de suelos en pozo 24-A**

Pozo	Ubicación predio del pozo	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
24-A	Se encuentra situado entre las avenidas Amado Nervo, Bravo y Durango, en Gómez Palacio, Durango, a un costado de Plaza Imagen.	25°33'19.0"N	103°29'44.5"O

---

El alcance de los estudios fue el siguiente:

a) Marco geológico regional.

Definir el marco geológico regional del sitio donde se ubiquen las estructuras, con el propósito de detectar rasgos geológicos característicos que pudieran poner en riesgo las obras.

b) Trabajos de campo.

Realizar en el sitio de ubicación de planta potabilizadora, un pozo a cielo abierto (PCA), excavado hasta una profundidad máxima de 3 metros o menor si antes se encuentra roca. Se realizarán pruebas de compacidad relativa de suelos granulares, estimar la consistencia relativa de suelos cohesivos y el ángulo de fricción interna; también se determinará la estratigrafía del suelo.

Obtener muestras alteradas e inalteradas para pruebas índice (el número de ensayos será suficiente para poder clasificar con precisión el suelo de cada estrato).

c) Trabajos de Laboratorio.

En términos generales, el programa de laboratorio incluye: peso volumétrico de todas las muestras, granulometría en suelos granulares, límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), contenido natural de agua, densidad de sólidos, clasificación S.U.C.S. y, pruebas de resistencia a la compresión no confinada (practicadas a muestras inalteradas de materiales cohesivos).

d) Trabajos de Gabinete

Con base en la información obtenida de los trabajos de campo y laboratorio, se elaboran perfiles estratigráficos ortogonales, que muestren claramente el espesor y sucesión de estratos, así como los niveles freáticos detectados. Asimismo, se hace el diagnóstico del comportamiento probable de los suelos bajo las condiciones de trabajo a que serán sometidos por las estructuras de proyecto, para lo cual se definen los siguientes aspectos: tipo de cimentación, profundidad de desplante, capacidad de carga admisible, análisis de deformaciones, esfuerzos de contacto estático y sísmico para el sistema de cimentación propuesto (para cimentaciones superficiales).

Un resumen de los resultados del estudio de mecánica de suelos y algunas recomendaciones se presentan a continuación.

1.- En la campaña geotécnica se detectaron los siguientes estratos:



Primera capa	Arcilla media plasticidad con arena CL
--------------	----------------------------------------

Estos tipos de suelos finos pueden ser problemáticos si se presenta humedad, debido a que reaccionan con ésta, ya sea se expanden o colapsan, por lo que se debe tener cuidado con el agua de gravedad y de capilaridad, para evitar asentamientos diferenciales. Es recomendable conducir el agua fuera de la obra.

2.- En la profundidad del PCA, no se detectó la presencia del nivel freático.

3.- Cuando la cimentación sea losa de concreto, la profundidad será al NTN (nivel de terreno natural) y tomar en cuenta el nivel topográfico que mande para el nivel indicado; además, se recomienda retirar el material vegetal existente en el lugar, aproximadamente 20 a 25 cm.

4.- En caso de utilizar zapatas aisladas o zapatas corridas, el nivel de desplante de éstas puede ser de 1.20 a 1.50 m de profundidad.

5.- No se considera el cálculo de sismos para el análisis de las estructuras, debido a que la región de estudio se encuentra en la zona A del mapa de CFE. Se puede apreciar que las aceleraciones son muy bajas.

6.- Para el caso de tanques enterrados se debe de tener cuidado con el talud, para lo cual necesitamos conocer la altura crítica (la profundidad hasta la cual el talud se sostiene por sí solo sin necesidad de sostén lateral)  $H_c$ :

$$H_c = \frac{2c}{\gamma_n}$$

Donde:

$H_c$  = Altura crítica

$c$  = Cohesión

$\gamma_n$  = Peso Volumétrico Natural

En este caso tendremos:

**$H_c = 5.0$  m**



**Figura 4. Pozo a cielo abierto (PCA) con profundidad de 2.10 metros para determinación de propiedades físicas y mecánicas del suelo en pozo 24-A**



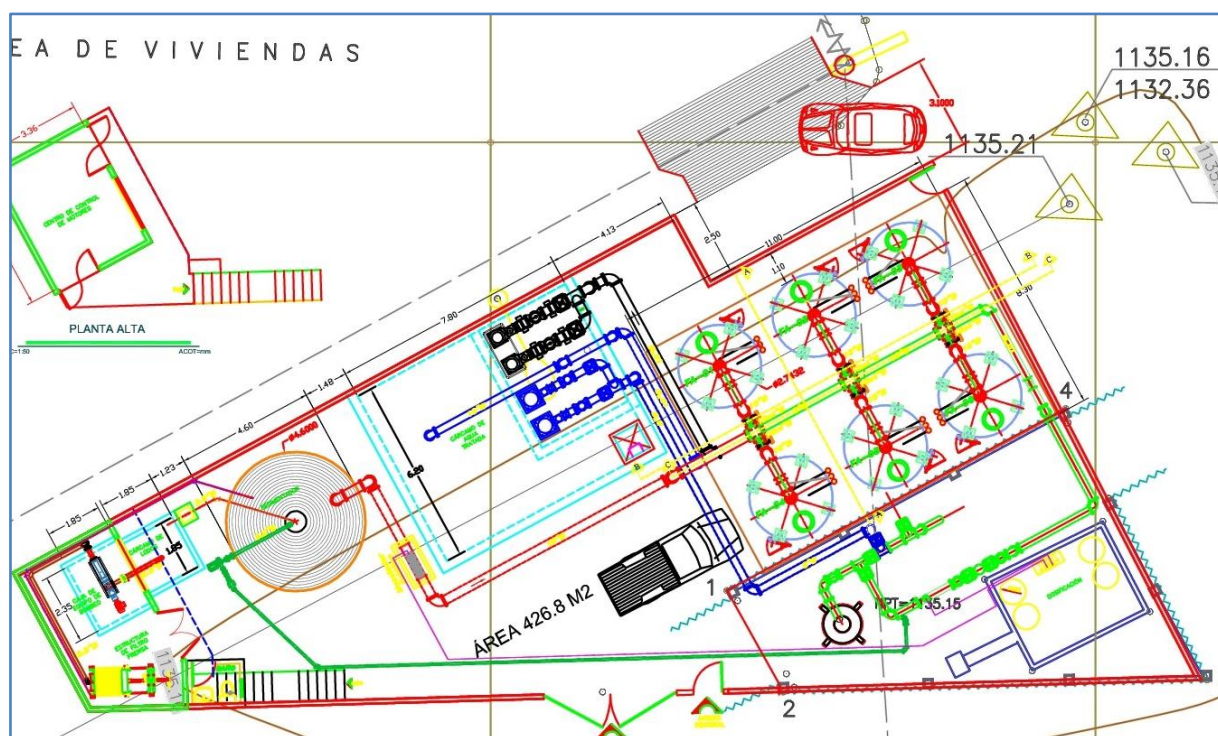
a) Determinación de límite líquido

b) Determinación de peso volumétrico

**Figura 5. Análisis de laboratorio de mecánica de suelos pozo 24-A**

#### 1.1.7 Propuesta de arreglo general de planta potabilizadora para el pozo 24-A

Debido a que la superficie original del terreno (88.3 m<sup>2</sup>) es insuficiente para la construcción de la planta potabilizadora, inicialmente se consideró tomar parte de la Av. Amado Nervo para completar el área faltante, la cual está adyacente al predio del pozo. Se presentó propuesta de arreglo general al personal del SIDEAPA y fue autorizado por el Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto, director general de esa dependencia. A continuación, se presenta la propuesta de arreglo general de equipo, conforme al terreno autorizado por el SIDEAPA.





**Figura 6. Propuesta inicial de arreglo general de equipo planta pozo 24-A**



### 1.1.8 Catálogo de conceptos y presupuesto base preliminar para planta del pozo 24-A

A petición del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte (OCCCN) de la Conagua, se elaboró un catálogo de conceptos y presupuesto base preliminares que sirvieron para complementar las bases de licitación para el diseño, construcción y puesta en marcha de la planta potabilizadora para remoción de arsénico del pozo 24-A, conforme al arreglo general y pre-dimensionamiento elaborados anticipadamente. Las cantidades y costos se estimaron de acuerdo a proyectos previos ejecutados, de características y tamaños similares. El catálogo de conceptos y presupuesto base definitivos se obtuvieron a la conclusión del proyecto ejecutivo desarrollado por el Licitante ganador (Contratista).

Por cuestiones de privacidad, el actual informe únicamente presenta el resumen de los conceptos incluidos en el catálogo y presupuesto base; sin embargo, los documentos completos se entregaron por separado a la Conagua (incluye concepto de obra, cantidad, unidad de medida, precio unitario e importe).

**Tabla 4. Conceptos incluidos en el catálogo pozo 24-A**

 	
<b>Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango. Etapa 2016.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN (Pozo 24-A)</b>	
<b>00 PROYECTO EJECUTIVO</b>	
<b>1 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>	
<b>1.1 Instrumentación</b>	
<b>1.2 Telemetría</b>	
<b>2 ELÉCTRICO</b>	
<b>2.1 Sistema de fuerza y control</b>	
<b>2.2 Pozo profundo</b>	
<b>2.3 Alumbrado y contactos</b>	
<b>2.4 Alumbrado exterior</b>	
<b>2.5 Subestación eléctrica</b>	
<b>2.6 Tierra física</b>	
<b>3 MECÁNICO</b>	
<b>3.1 Bombeo a red de distribución</b>	
<b>3.2 Bombeo de retrolavado</b>	
<b>3.3 Bombeo de recirculación</b>	
<b>3.4 Bombeo de lodos</b>	
<b>4. ESTRUCTURAL</b>	
<b>4.1 Base para filtro</b>	
<b>4.2 Sedimentador</b>	
<b>4.3 Cárcamo de agua filtrada</b>	
<b>4.4 Caseta de control de motores</b>	

 
<b>Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango. Etapa 2016.</b>
<b>4.5 Caseta de filtro prensa (baño y escaleras)</b>
<b>4.6 Cárcamo de lodos y caja de equipo</b>
<b>4.7 Cajas de válvulas y tuberías</b>
<b>4.8 Base filtro prensa</b>
<b>4.9 Puerta de acceso</b>
<b>4.10 Demolición de estructuras existentes</b>
<b>4.11 Apoyos</b>
<b>4.12 Reja perimetral</b>
<b>5 ARQUITECTÓNICO</b>
<b>5.1 Cancelería en puertas</b>
<b>5.2 Cancelería en ventanas</b>
<b>5.3 Cerrajería</b>
<b>5.4 Acabados pisos</b>
<b>5.5 Acabados muros</b>
<b>5.6 Acabados plafond</b>
<b>6 HIDRÁULICO</b>
<b>6.1 Líneas de interconexión</b>
<b>6.2 Filtros de arena</b>
<b>6.3 Instalación hidráulica</b>
<b>6.4 Mobiliario hidrosanitario</b>
<b>6.5 Instalación pluvial y sanitaria</b>
<b>7. OTROS</b>
<b>7.1 Trámites y servicios</b>
<b>7.2 Puesta en marcha y manual de operación</b>
<b>7.3 Rehabilitación de la estructura del pozo y columna de bombeo en el pozo 24-A</b>

### 1.1.9 Términos de referencia técnicos para el diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de una planta potabilizadora para la remoción de arsénico mediante filtración directa en el pozo 24-A

Se elaboraron los términos de referencia técnicos como parte de las bases de licitación para la adjudicación del contrato de obra pública sobre la base de precios unitarios y tiempo determinado para diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de una planta potabilizadora para la remoción de arsénico en el pozo 24-A.

En los términos de referencia se describe y presentan los objetivos y alcances, datos básicos del pozo, el esquema general de tratamiento (con tecnología definida) y requisitos de diseño de cada proceso, normas aplicables, los conceptos de trabajo, los componentes del proyecto ejecutivo, las pruebas requeridas para equipos y procesos, requisito de ejecución de las obras (plazo, programa, supervisión, etc.), la puesta en marcha, manual de operación y mantenimiento, capacitación del personal operativo, evaluación de la propuesta e informe final, entre lo principal. Al igual que el catálogo de conceptos y presupuesto base preliminares, los términos de referencia técnicos se entregaron por separado a la Conagua.

## 1.2 Pozo 13-A. SIDEAPA Gómez Palacio

### 1.2.1 Ubicación del pozo

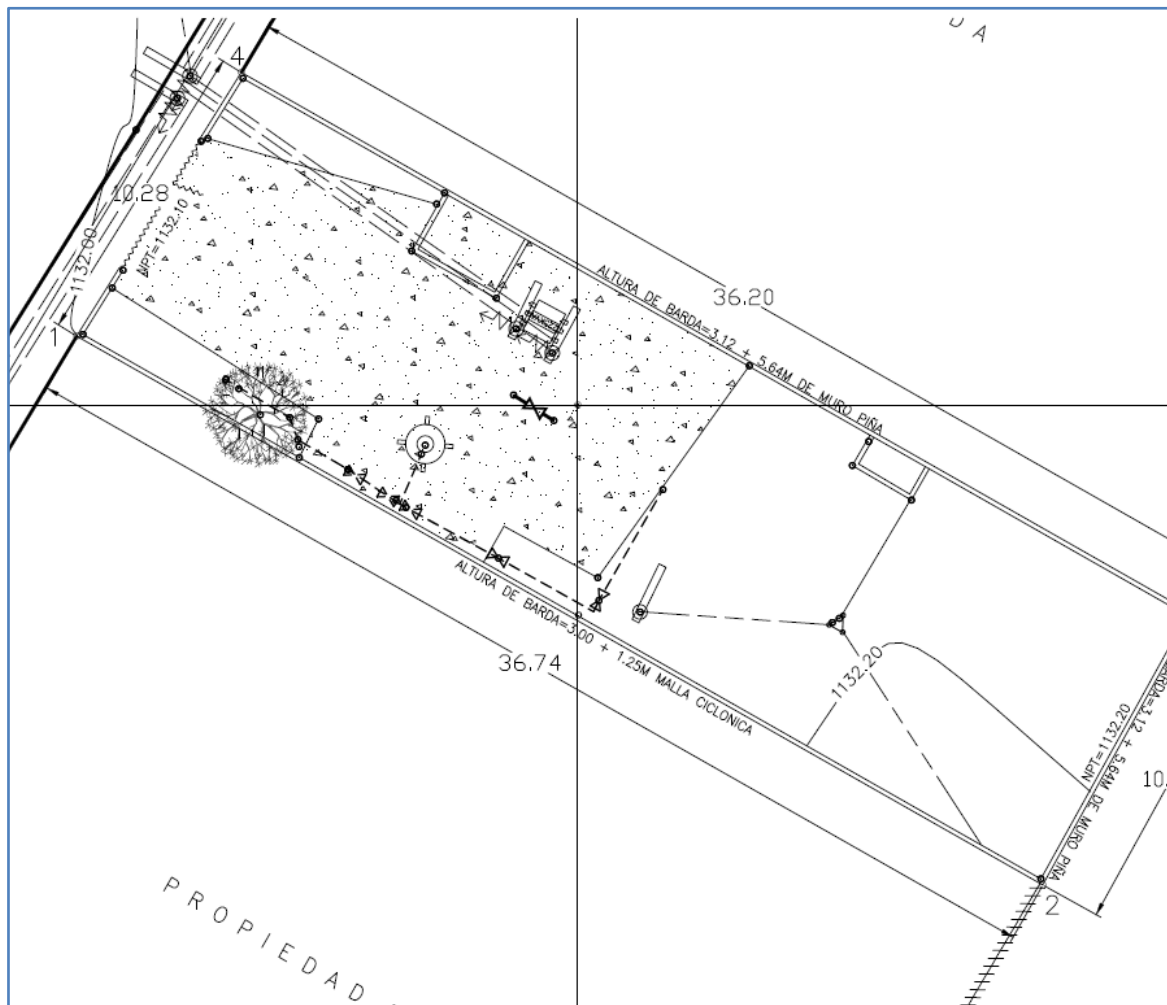
El pozo 13-A, se encuentra ubicado sobre la calle Poanas, frente al canal Sacramento, en Gómez Palacio, Durango. Tiene las siguientes coordenadas: Latitud 25°33'30.40"N y Longitud 103°28'32.3"O con elevación de 1132 msnm.



**Figura 7. Ubicación del Pozo 13-A**

### 1.2.2 Topografía

El predio es plano, de forma rectangular, parcialmente pavimentado, bardeado, con superficie de 374.5 m<sup>2</sup>, apenas suficiente para la construcción de la planta potabilizadora. Para proponer el arreglo general de la planta y con autorización del Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto, director general del SIDEAPA, se consideró toda la superficie obtenida del estudio topográfico (374.5 m<sup>2</sup>).



**Figura 8. Plano topográfico del predio del pozo 13-A**

### 1.2.3 Caudal y presión de operación

El pozo 13-A trabaja de manera continua con caudal de extracción que varía entre 29 y 34 L/s, con promedio de 31.7 L/s, bombeando directamente hacia la red, con presión en la descarga de 0.80 kg/cm<sup>2</sup>.

---

Niveles estático y dinámico (datos proporcionados por SIDEAPA)

Nivel dinámico:	174 m
Nivel estático:	171 m
Profundidad:	268 m
Long. Columna	210 m (69 tramos de 10 ft x 8")

Equipamiento

Tipo de bomba:	Centrífuga vertical, 10 pasos
Motor:	SIEMENS, vertical, centrífugo, 1785 rpm, 450V, 295 A
Potencia:	250 HP
Transformador:	225 KVA
Tren de descarga:	Diámetro en la descarga 8 plg. Cuenta con medidor de flujo electromagnético marca Endrees+Hauser (sin funcionar); válvula check, 1 válvula de expulsión de aire, 2 válvulas de seccionamiento tipo compuerta manuales, tubería de desfogue a antiguo pozo. Bombea directo a red. No tiene manómetro.

1.2.4 Estudio de eficiencia energética en equipo de bombeo del pozo

Con el objeto de conocer la eficiencia energética del equipo de bombeo del pozo, se recolectaron datos básicos de los componentes como son: motor, bomba, conducciones, y datos adicionales como las condiciones de operación. Asimismo, se midieron los siguientes parámetros:

Parámetros hidráulicos

Caudal, con equipo ultrasónico portátil, una vez estabilizado el nivel dinámico.

Presión de descarga, con manómetro nuevo de glicerina, escala de 0 a 4 kg/cm<sup>2</sup>, o de 0 a 7 kg/cm<sup>2</sup>

Nivel dinámico del pozo, con sonda eléctrica

Los espesores de tuberías, con un dispositivo adecuado



Parámetros electromecánicos

Tensión eléctrica en las 3 fases, (V)

Corriente en las 3 fases, (A)

Factor de potencia

Velocidad de rotación del motor, (rpm).

Además, se tomaron de la placa nominal los siguientes datos: potencia y eficiencia del motor; factor de servicio, factor de potencia, rpm, marca y modelo de motor y bomba. Se evaluó el estado de operación del pozo de acuerdo a los valores mínimos de eficiencia para sistemas de bombeo que establece la NOM-006-ENER-1995. A continuación, se presenta lleno el formato B que establece la norma.

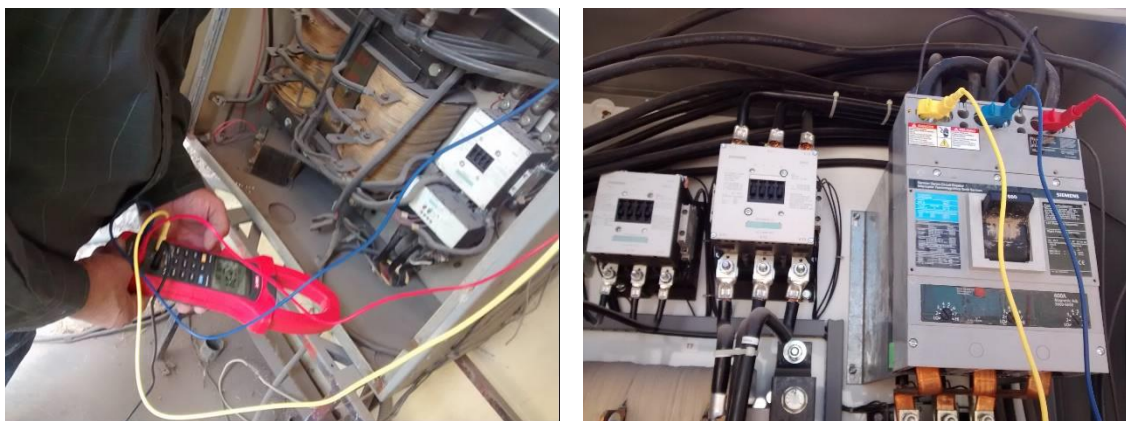
**Tabla 5. Formato B, NOM-006-ENER-1995, pozo 13-A**

		EFICIENCIA ELECTROMECAÁNICA	HORA DE INSPECCIÓN	HORA DE INSPECCIÓN	HORA DE INSPECCIÓN	PROMEDIO
		HORA LLEGADA 12:30 PM	12:50	1:30	1:50	
N°	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN				
1	Dj	DIÁMETRO INTERNO DE LA TUBERÍA (m)	0,2051	0,2051	0,2051	0,2051
2	n	FRECUENCIA DE ROTACIÓN (RPM)	1785	1785	1785	1785
3	ND	NIVEL DINÁMICO (M)	210,45	210,45	210,45	210,45
4	x	DISTANCIA DESDE EL NIVEL DE REFERENCIA A LA LÍNEA DE CENTROS DEL MANÓMETRO (M)	0,73	0,73	0,73	0,73
5	P1	LECTURA DEL MANÓMETRO A LA DESCARGA (M)	7	7,3	7,1	7,13
6	Pm	PRESIÓN A LA DESCARGA = [(4) + (5)](M)	7,73	8,03	7,83	7,86
7	A	ÁREA DEL TUBO A LA DESCARGA = [3.141592 X (1) <sup>2</sup> /4] (M <sup>2</sup> )	0,0330	0,0330	0,0330	0,0330
8	qv	FLUJO (M <sup>3</sup> /S)	0,0317	0,0316	0,0318	0,0317
9	hv	CARGA DE VELOCIDAD = [((8)/(7)) <sup>2</sup> / 19,613 3 ]	0,0470	0,0466	0,0472	0,0470
10	hfc	PÉRDIDAS DE FRICCIÓN EN LA COLUMNA (M)	2,31	2,31	2,31	2,31
11	hd	CARGA DE LA DESCARGA = [(6)+ (9) + (10)] (M)	10,09	10,39	10,19	10,22
12	H	CARGA TOTAL = [(3) + (11) ] (M)	220,54	220,84	220,64	220,67
13	IA	CORRIENTE LÍNEA A	215	216	215	215,33
	IB	CORRIENTE LÍNEA B	225	224	226	225
	IC	CORRIENTE LÍNEA C	225	224	227	225,33
	I	PROMEDIO = [(IA + IB + IC) / 3] (A)	221,67	221,33	222,67	221,89
14	VAB	TENSIÓN FASE AB	454	454	453	453,67
	VAC	TENSIÓN FASE AC	453	453	453	453
	VBC	TENSIÓN FASE BC	466	454	454	458
	V	PROMEDIO = [(VAB + VAC + VBC) / 3] (V)	457,67	453,67	453,33	454,89
15	fpA	FACTOR DE POTENCIA LÍNEA A	77	75	70	74
	fpB	FACTOR DE POTENCIA LÍNEA B	70	71	68	69,67
	fpC	FACTOR DE POTENCIA LÍNEA C	69	70	70	69,67
	fp	PROMEDIO = [(fpA + fpB + fpC) / 3] (%)	72	72	69,33	71,11
16	Pe	POTENCIA DE ENTRADA AL MOTOR = 1.732 (13) (14) (15) (10 <sup>-5</sup> )	126,51	125,22	121,22	124,32
17	Ps	POTENCIA DE SALIDA DE LA BOMBA = [(8)X(12)X(9806)] (Kw)	68,60	68,43	68,80	68,61
18	h	EFICIENCIA ELECTROMECAÁNICA = [(17)/(16)] X 100 (%)	54,22	54,65	56,76	55,21

Derivado del diagnóstico de eficiencia electromecánica del conjunto bomba-motor, este equipo presentó una eficiencia promedio de 55.2%, sin alcanzar el valor mínimo de eficiencia establecido en la NOM-006-ENER-1995 (que para potencia de 250 HP es de 64%); por lo tanto, se recomienda realizar acciones de inspección y rehabilitación, o de sustitución con el propósito de elevar los niveles de eficiencia mínimos establecidos en la citada norma y alcanzar el caudal y carga requeridos por el sistema de filtración.

En la Sección 7.2 de la NOM-006-ENER-1995 se menciona textualmente que *Las acciones de rehabilitación o sustitución pueden estar dirigidas al motor eléctrico, a la bomba, a la estructura del pozo profundo, o a una combinación de éstos, según sea el caso, de tal forma que el conjunto de éstas dé como resultado los valores de eficiencia electromecánica establecidos en la Tabla 1.*

*El alcance de los trabajos de rehabilitación o sustitución requeridos para lograr el incremento de eficiencia en el equipo electromecánico, será determinado de común acuerdo entre el propietario del equipo y la empresa o taller a que se le asignen los trabajos, compartiendo en partes iguales la responsabilidad en la obtención de resultados. Con base en lo anterior, la empresa o persona física encargada de la rehabilitación o sustitución del equipo de bombeo debe conocer el alcance y objetivo de los trabajos y si éste no es capaz de garantizarlos, comunicárselo al propietario.*



**Figura 9. Medición de parámetros eléctricos en pozo 13-A**

#### 1.2.5 Calidad del agua

Con el fin de verificar los niveles de concentración de algunos parámetros de calidad en el pozo 13-A, se colectaron muestras de agua para analizar arsénico, hierro, pH, sólidos disueltos totales, color verdadero y turbiedad. El muestreo se realizó el día 26 de enero de 2017 en compañía del Biólogo Jesús Arnoldo Romo Sánchez, adjunto a la Dirección de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte (OCCCN), quien apoyó en la logística de traslado hacia el pozo y en el envío de las muestras por paquetería. Una vez colectadas

las muestras se preservaron, empaquetaron y enviaron al laboratorio de Calidad del Agua del IMTA para su análisis, el cual cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (ema).

En la tabla de resultados se aprecia que la concentración de arsénico (0.0299 mg/L) se encuentra por encima del límite establecido en la NOM 127-SSA1-1994 Modificación año 2000 (0.025 mg/L). Por lo tanto, se recomienda implementar una planta para remoción de arsénico tipo filtración directa en el pozo 13-A con el propósito de reducir la concentración de este contaminante por debajo del valor de referencia establecido en la norma mencionada.

**Tabla 6. Resultados de análisis de agua del pozo 13-A**

Parámetro	Resultados de laboratorio	NOM 127-SSA1-1994 (Modificación 2000)
Sólidos disueltos totales (mg/L)	562	1000
Arsénico (mg/L)	0.0299	0.025
Hierro (mg/L)	< 0.10	0.30
Color verdadero (UPt-Co)	2.5	20
Turbiedad (NTU)	0.05	5
pH	7.45	6.5 - 8.5

#### 1.2.6 Estudio de mecánica de suelos en predio del pozo

Se realizaron sondeos exploratorios, mediciones de campo y toma de muestras alteradas e inalteradas. Las muestras recuperadas, alteradas o inalteradas, se sometieron a pruebas de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos (algunas de ellas se obtuvieron en las pruebas de campo, además de conocer la estratigrafía) en las zonas donde se van a ubicar las estructuras de la planta potabilizadora, de tal forma que los resultados obtenidos sirvieron para definir y diseñar las cimentaciones respectivas y dar recomendaciones para el proceso constructivo más adecuado.

**Tabla 7. Ubicación de sitio para estudio de mecánica de suelos en pozo 13-A**

Pozo	Ubicación predio del pozo	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
13-A	Se encuentra situado sobre la calle Poanas, entre calles Cuatro Ciénegas y Lázaro Cárdenas.	25°33'30.40"N	103°28'32.3"O

El alcance de los estudios fue el siguiente

a) Marco geológico regional.

Definir el marco geológico regional del sitio donde se ubiquen las estructuras, con el propósito de detectar rasgos geológicos característicos que pudieran poner en riesgo las obras.

b) Trabajos de campo.

Realizar en el sitio de ubicación de planta potabilizadora, un pozo a cielo abierto (PCA), excavado hasta una profundidad máxima de 3 metros o menor si antes se encuentra roca. Se realizarán pruebas de compacidad relativa de suelos granulares, estimar la consistencia relativa de suelos cohesivos y el ángulo de fricción interna; también se determinará la estratigrafía del suelo.

Obtener muestras alteradas e inalteradas para pruebas índice (el número de ensayos será suficiente para poder clasificar con precisión el suelo de cada estrato).

c) Trabajos de Laboratorio.

En términos generales, el programa de laboratorio incluye: peso volumétrico de todas las muestras, granulometría en suelos granulares, límites de consistencia (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad), contenido natural de agua, densidad de sólidos, clasificación S.U.C.S. y, pruebas de resistencia a la compresión no confinada (practicadas a muestras inalteradas de materiales cohesivos).

d) Trabajos de Gabinete

Con base en la información obtenida de los trabajos de campo y laboratorio, se elaboran perfiles estratigráficos ortogonales, que muestren claramente el espesor y sucesión de estratos, así como los niveles freáticos detectados. Asimismo, se hace el diagnóstico del comportamiento probable de los suelos bajo las condiciones de trabajo a que serán sometidos por las estructuras de proyecto, para lo cual se definen los siguientes aspectos: tipo de cimentación, profundidad de desplante, capacidad de carga admisible, análisis de deformaciones, esfuerzos de contacto estático y sísmico para el sistema de cimentación propuesto (para cimentaciones superficiales).

Un resumen de los resultados del estudio de mecánica de suelos y algunas recomendaciones se presentan a continuación.

1.- En la campaña geotécnica se detectaron los siguientes estratos:

<b>Primera capa</b>	<b>Arena limosa SM</b>
---------------------	------------------------

---

Estos tipos de suelos finos pueden ser problemáticos si se presenta humedad, debido a que reaccionan con ésta, ya sea se expanden o colapsan, por lo que se debe tener cuidado con el agua de gravedad y de capilaridad, para evitar asentamientos diferenciales. Es recomendable conducir el agua fuera de la obra.

2.- En la profundidad del PCA, no se detectó la presencia del nivel freático.

3.- Cuando la cimentación sea losa de concreto, la profundidad será al NTN (nivel de terreno natural) y tomar en cuenta el nivel topográfico que mande para el nivel indicado; además, se recomienda retirar el material vegetal existente en el lugar, aproximadamente 20 a 25 cm.

4.- En caso de utilizar zapatas aisladas o zapatas corridas, el nivel de desplante de éstas puede ser de 1.20 a 1.50 m de profundidad.

5.- No se considera el cálculo de sismos para el análisis de las estructuras, debido a que la región de estudio se encuentra en la zona A del mapa de CFE. Se puede apreciar que las aceleraciones son muy bajas.

6.- Para el caso de tanques enterrados se debe de tener cuidado con el talud, para lo cual necesitamos conocer la altura crítica (la profundidad hasta la cual el talud se sostiene por sí solo sin necesidad de sostén lateral)  $H_c$ :

$$H_c = \frac{2c}{\gamma_n} \sqrt{N_\phi}$$

Donde:

$H_c$  = Altura crítica

$c$  = Cohesión

$\gamma_n$  = Peso Volumétrico Natural

En este caso tendremos:

**$H_c = 3.0$  m**



**Figura 10. Pozo a cielo abierto (PCA) con profundidad de 2.10 metros para determinación de propiedades físicas y mecánicas del suelo en pozo 13-A**



a) Determinación de límite líquido

b) Determinación de peso volumétrico

**Figura 11. Análisis de laboratorio de mecánica de suelos pozo 13-A**

### 1.2.7 Propuesta de arreglo general de planta potabilizadora para el pozo 13-A

Considerando la superficie obtenida (374.5 m<sup>2</sup>) mediante el estudio topográfico del predio del pozo 13-A, se elaboró y presentó propuesta de arreglo general al personal del SIDEAPA y fue autorizado por el Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto, director general de esa dependencia. A continuación, se presenta la propuesta de arreglo general de equipo, conforme al terreno autorizado por el SIDEAPA.





**Figura 12. Propuesta de arreglo general de equipo planta pozo 13-A**

### 1.2.8 Catálogo de conceptos y presupuesto base preliminar para planta del pozo 13-A



A petición del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte (OCCCN) de la Conagua, se elaboró un catálogo de conceptos y presupuesto base preliminares que sirvieron para complementar las bases de licitación para el diseño, construcción y puesta en marcha de la planta potabilizadora para remoción de arsénico del pozo 13-A, conforme al arreglo general y pre-dimensionamiento elaborados anticipadamente. Las cantidades y costos se estimaron de acuerdo a proyectos previos ejecutados, de características y tamaños similares. El catálogo de conceptos y presupuesto base definitivos se obtuvieron a la conclusión del proyecto ejecutivo desarrollado por el Licitante ganador (Contratista).

Por cuestiones de privacidad, el actual informe únicamente presenta el resumen de los conceptos incluidos en el catálogo de conceptos y presupuesto base; sin embargo, los documentos completos se entregaron por separado a la Conagua (incluye concepto de obra, cantidad, unidad de medida, precio unitario e importe).

**Tabla 8. Conceptos incluidos en el catálogo pozo 13-A**

 
<b>Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango. Etapa 2016.</b>
<b>DESCRIPCIÓN (Pozo 13-A)</b>
<b>00 PROYECTO EJECUTIVO</b>
<b>1 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>
<b>1.1 Instrumentación</b>
<b>1.2 Telemetría</b>
<b>2 ELÉCTRICO</b>
<b>2.1 Sistema de fuerza y control</b>
<b>2.2 Pozo profundo</b>
<b>2.3 Alumbrado y contactos</b>
<b>2.4 Alumbrado exterior</b>
<b>2.5 Subestación eléctrica</b>
<b>2.6 Tierra física</b>
<b>3 MECÁNICO</b>
<b>3.1 Bombeo a red de distribución</b>
<b>3.2 Bombeo de retrolavado</b>
<b>3.3 Bombeo de recirculación</b>
<b>3.4 Bombeo de lodos</b>
<b>4. ESTRUCTURAL</b>
<b>4.1 Base para filtro</b>
<b>4.2 Sedimentador</b>
<b>4.3 Cárcamo de agua filtrada</b>
<b>4.4 Planta baja (caseta de dosificación, laboratorio y baño)</b>



 
<b>Ingeniería de detalle, implementación, puesta en marcha e inicio de operación de la infraestructura que permita mejorar el abasto y la calidad del agua en la Región Lagunera en el estado de Durango. Etapa 2016.</b>
<b>4.5 Planta Alta (CCM y escaleras de acceso)</b>
<b>4.6 Caseta de filtro prensa</b>
<b>4.7 Cárcamo de lodos y caja de equipo de bombeo</b>
<b>4.8 Cajas de válvulas y tuberías</b>
<b>4.9 Base de filtro prensa</b>
<b>4.10 Puerta de acceso</b>
<b>4.11 Apoyos de tuberías</b>
<b>4.12 Demolición de estructuras existentes</b>
<b>5 ARQUITECTÓNICO</b>
<b>5.1 Cancelería en puertas</b>
<b>5.2 Cancelería en ventanas</b>
<b>5.3 Cerrajería</b>
<b>5.4 Acabados pisos</b>
<b>5.5 Acabados muros</b>
<b>5.6 Acabados plafond</b>
<b>6 HIDRÁULICO</b>
<b>6.1 Líneas de interconexión</b>
<b>6.2 Instalación hidráulica</b>
<b>6.3 Mobiliario</b>
<b>6.4 Instalación pluvial y sanitaria</b>
<b>6.5 Filtros de arena</b>
<b>7. OTROS</b>
<b>7.1 Trámites y servicios</b>
<b>7.2 Puesta en marcha y manual de operación</b>
<b>7.3 Rehabilitación de la estructura del pozo y columna de bombeo en el pozo 13-A</b>

---

### 1.2.9 Términos de referencia técnicos para el diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de una planta potabilizadora para la remoción de arsénico mediante filtración directa en el pozo 13-A

Se elaboraron los términos de referencia técnicos como parte de las bases de licitación para la adjudicación del contrato de obra pública sobre la base de precios unitarios y tiempo determinado para diseño, construcción, equipamiento y puesta en marcha de una planta potabilizadora para la remoción de arsénico en el pozo 13-A.

En los términos de referencia se describe y presentan los objetivos y alcances, datos básicos del pozo, el esquema general de tratamiento (con tecnología definida) y requisitos de diseño de cada proceso, normas aplicables, los conceptos de trabajo, los componentes del proyecto ejecutivo, las pruebas requeridas para equipos y procesos, requisito de ejecución de las obras (plazo, programa, supervisión, etc.), la puesta en marcha, manual de operación y mantenimiento, capacitación del personal operativo, evaluación de la propuesta e informe final, entre lo principal. Al igual que el catálogo de conceptos y presupuesto base preliminares, los términos de referencia técnicos se entregaron por separado a la Conagua.

---

## **2. Asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa**

En esta actividad se brindó asistencia técnica durante la construcción y puesta en marcha de ocho plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa, cuyos proyectos ejecutivos fueron elaborados por el IMTA en el año 2015. Los procesos de licitación, fallo y adjudicación de contratos de las obras estuvieron a cargo de la Coordinación General de Proyectos Especiales de Abastecimiento y Saneamiento de Oficinas Centrales de la Conagua; el IMTA no participó en estas actividades. Los pozos beneficiados fueron:

- 1 y 7 Centro (Gómez Palacio)
- 22 y 24 (zona rural Gómez Palacio)
- 5 (Gómez Palacio)
- 33-A (Gómez Palacio)
- No. 16, El Quemado y El Cariño (Tlahualilo)
- Transporte I y III (Gómez Palacio)
- 21-Dinamita (zona rural Gómez Palacio)
- 15-Pueblo Nuevo (zona rural Gómez Palacio)

En forma general, la asistencia técnica consistió en verificar que las unidades de tratamiento, equipos y dispositivos cumplieran con lo establecido en los proyectos ejecutivos, en los aspectos funcional y de especificaciones y validar modificaciones. Para cumplir con la actividad, se realizaron visitas de campo mensuales a las plantas potabilizadoras en construcción y a los talleres de fabricación de tanques de acero para filtros a presión. Las verificaciones en obra se fundaron en los planos constructivos, especificaciones de diseño y memorias de cálculo de los diferentes rubros: diseño funcional, arquitectónico, estructural, hidráulico, mecánico, eléctrico y de control y automatización.

Además, en cada visita de verificación se realizaron reuniones técnicas en las oficinas de la Conagua (OCCCN) para aclarar dudas sobre las unidades de tratamiento (materiales, dimensiones, niveles de desplante, cantidades de obra, etc.), tipos y características de equipos y dispositivos, y derivado de estas revisiones fueron surgiendo detalles que requirieron ser modificados, para lo cual se hicieron los análisis pertinentes y en su caso, se validaron dichas modificaciones a los proyectos ejecutivos. De igual modo, a través de correo electrónico se atendieron solicitudes de aclaraciones y propuestas de modificación a los proyectos ejecutivos

por parte de las empresas constructoras, de la empresa de supervisión externa y de los residentes de obra por parte de la Conagua.

A continuación, se presenta la relación de contratos y empresas ganadoras de los concursos para la construcción y puesta en marcha de las ocho plantas potabilizadoras de remoción de arsénico de tipo filtración directa. Asimismo, se indica el inicio de las obras de forma oficial. Por otro lado, Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V., ganó el concurso para la Supervisión Externa de los cinco contratos de obra.

**Tabla 9. Relación de contratos y empresas ganadoras**

<b>Contrato</b>	<b>Objeto</b>	<b>Contratista</b>	<b>Inicio obras</b>
CGPEAS-OCCCN-DGO-16-081-FI-LP	Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en los pozos No. 1 y No. 7 del Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Gómez Palacio, Durango.	Ing. Armando Ivanhoe Moreno López	27 marzo, 2017
CGPEAS-OCCCN-DGO-16-082-FI-LP	Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en los pozos No. 5 de la Ciudad de Gómez Palacio, Durango y Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico para los pozos Transportes I y III, en el Municipio de Gómez Palacio.	Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.	27 marzo, 2017
CGPEAS-OCCCN-DGO-16-083-FI-LP	Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en los pozos No. 22A y No. 24A del Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado del área rural del Municipio de Gómez Palacio, Durango.	Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.	27 marzo, 2017
CGPEAS-OCCCN-DGO-16-084-FI-LP	Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en el pozo No. 33A del Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Gómez Palacio, Durango y	Diseño y Construcción de Concreto, S.A. de C.V., en asociación	27 marzo, 2017

<b>Contrato</b>	<b>Objeto</b>	<b>Contratista</b>	<b>Inicio obras</b>
	Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en el pozo 21 Dinamita de la Zona Rural del Municipio de Gómez Palacio, Durango.	con Obras y Autopistas S.A. de C.V.	
CGPEAS-OCCCN-DGO-16-085-FI-LP	Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en el pozo El Quemado del Sistema de Agua y Alcantarillado de Tlahualilo, Durango y Construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora para remoción de arsénico en el pozo 15 Pueblo Nuevo de la Zona Rural del Municipio de Gómez Palacio, Durango.	Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.	27 marzo, 2017

Algunos de los temas que requirieron ser revisados, aclarados, analizados y en algunos casos modificados, fueron:

- Modificación de arreglo general de planta potabilizadora por incremento en las dimensiones del terreno disponible para la construcción
- Apoyo en la adaptación de proyectos ejecutivos por cambio de ubicación de terrenos para la construcción de las plantas potabilizadoras. La solicitud para cambio de sede de algunas plantas potabilizadoras la realizó el SIDEAPA y fue avalada por Conagua (OCCCN)
- Revisión de propuesta para pintura interior y exterior de filtros a presión
- Revisión de propuesta de modelo de toberas para filtros a presión
- Revisión de propuesta para cambio de modelo de medidor de arsénico
- Apoyo en la elaboración de plano a detalle y especificaciones de grúa viajera para manipulación de tanques de gas cloro
- Apoyo en la elaboración de plano de arreglo general nuevo por cambio de ubicación de sedimentador
- Modificaciones al arreglo de tuberías del sistema de filtración
- Modificación en el caudal de diseño de planta potabilizadora

- 
- Diseño hidráulico del cárcamo de bombeo de agua tratada
  - Apoyo en la realización de análisis granulométrico de materiales filtrantes (antracita, arena y gravas)
  - Revisión de propuestas para bombas dosificadoras de reactivos y polímero
  - Revisión de propuestas para bombas de retrolavado, suministro a red y recirculación de agua clarificada (incluye análisis de cavitación)
  - Revisión de propuestas para bombas de pozo profundo
  - Modificación del proyecto de subestación eléctrica (reubicación)
  - Revisión de propuestas para cambio de marca de actuadores de válvulas de control
  - Recomendaciones generales y particulares para instalación de medidores de caudal, sensores-transmisores de presión, nivel y cloro residual
  - Cambio de ubicación de la descarga de agua tratada en tanque de almacenamiento
  - Revisión de memoria de cálculo para cambio de subestación eléctrica por incremento de motores en el sistema de tratamiento
  - Elaboración de propuesta de sistema de tierras físicas
  - Apoyo en la selección, especificación e instalación de variadores de velocidad y by-pass

Las solicitudes recibidas por parte de las empresas constructoras, supervisión externa y residentes de obra de la Conagua, junto con las respuestas por parte del IMTA sobre dudas, aclaraciones, y propuestas de cambio en los proyectos ejecutivos, así como las observaciones realizadas por el IMTA durante los recorridos a las obras y talleres de fabricación de los filtros de acero, se documentaron en los informes mensuales correspondientes y se entregaron como producto a la Conagua (OCCCN). Por esta razón, en seguida únicamente se presenta un resumen de los avances de cada una de las obras.

## **2.1 Pozos 1 y 7. Zona centro Gómez Palacio**

### **2.1.1 Visitas de seguimiento a obra. Marzo 2017 – marzo 2018**

Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018. Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa

Constructora (Ing. Armando Ivanhoe Moreno López). A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para los pozos No. 1 y No. 7.

**Tabla 10. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No. 1 y No. 7**

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Vista general del predio al inicio de construcción de la planta potabilizadora.</p>	
<p>Excavación en zanja y plantilla de concreto simple en barda perimetral Oeste.</p>	
<p>Trazo para hacer excavación en zanja en barda perimetral Este.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Construcción de barda perimetral.</p>	
<p>Plantilla simple para losa de cimentación de filtros.</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo y colado de losa de cimentación de filtros.</p>	
<p>Construcción de caseta de dosificación de reactivos y baño, con aplanado interior y exterior.</p>	



Concepto de avance	Evidencia de avance
Armado de sedimentador.	
Excavación para tanque de agua filtrada.	
Armado con acero de refuerzo de tanque de agua filtrada.	
Colado de sedimentador.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Armado de zapatas de cimentación y columnas para techumbre de filtro prensa.</p>	
<p>Excavación y armado de cárcamo de lodos.</p>	
<p>Armado y colado columnas para techumbre de filtro prensa. Colado de cárcamo de lodos.</p>	
<p>Cimbra y colado de tanque de agua filtrada.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Levantamiento de muros de caseta para CCM y laboratorio.</p>	
<p>Colocación de vigas y largueros para soporte de láminas de fibrocemento en techumbre de filtro prensa.</p>	
<p>Acabado interior y exterior de sedimentador.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en cuarto de dosificación de reactivos y sanitario.</p>	

<b>Concepto de avance</b>	<b>Evidencia de avance</b>
<p>Pintura interior y exterior en caseta para CCM y laboratorio.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en almacén.</p>	
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

---

## **2.2 Pozos 22 y 24. Zona rural Gómez Palacio**

### **2.2.1 Visitas de seguimiento a obra. Marzo 2017 – marzo 2018**

El proyecto ejecutivo para la construcción de la planta potabilizadora para tratar el agua de los pozos No.22 y No.24 lo elaboró el IMTA en el año 2015. En esa etapa del proyecto, la ubicación y área disponible del terreno para la construcción de la planta potabilizadora fue asignada por el Ing. Felipe Martínez Ayoub, Gerente Técnico del Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado del Área Rural (SIDEAPAR), durante la administración 2013-2016, siendo Director General el Ing. Guillermo Morales Aguilar. Definido el terreno, el IMTA propuso el arreglo general de equipo y desarrolló el proyecto ejecutivo para la planta potabilizadora.

Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018, dentro de la administración 2016-2019 del SIDEAPA y fungiendo como Director General el Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto. Antes de iniciar la obra, el Director General solicita a Conagua (OCCCN) reubicar la planta potabilizadora argumentando que en el lugar proyectado se encuentra una vega por donde, en época de lluvia, circula gran cantidad de agua que podría afectar las instalaciones de la planta potabilizadora. Por lo tanto, durante los meses de febrero y marzo de 2017, personal de la Conagua (OCCCN), SIDEAPA, Grupo Prestigio (supervisión externa) y el IMTA se reunieron para definir el terreno y proponer el nuevo arreglo general de equipo y unidades de tratamiento. Asimismo, se acordó que la adaptación del proyecto ejecutivo a las condiciones del nuevo terreno estaría a cargo de la empresa ganadora del contrato de obra (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). En esta fase, el IMTA participó en la revisión de memorias y planos que requirieron ser modificados debido al cambio de ubicación del terreno. Las siguientes figuras presentan el arreglo general de equipo de la planta potabilizadora proyectada en el terreno inicial y final.

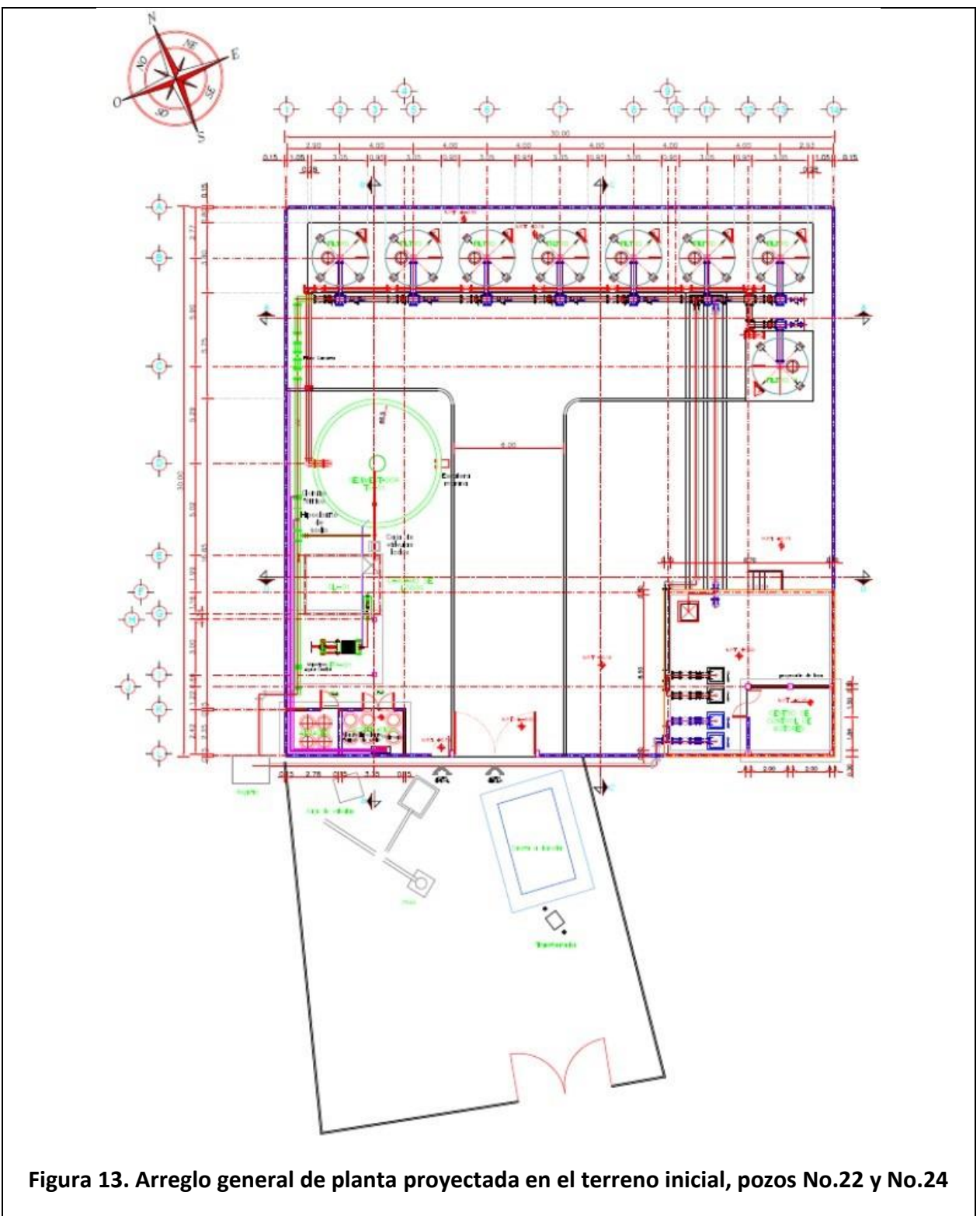
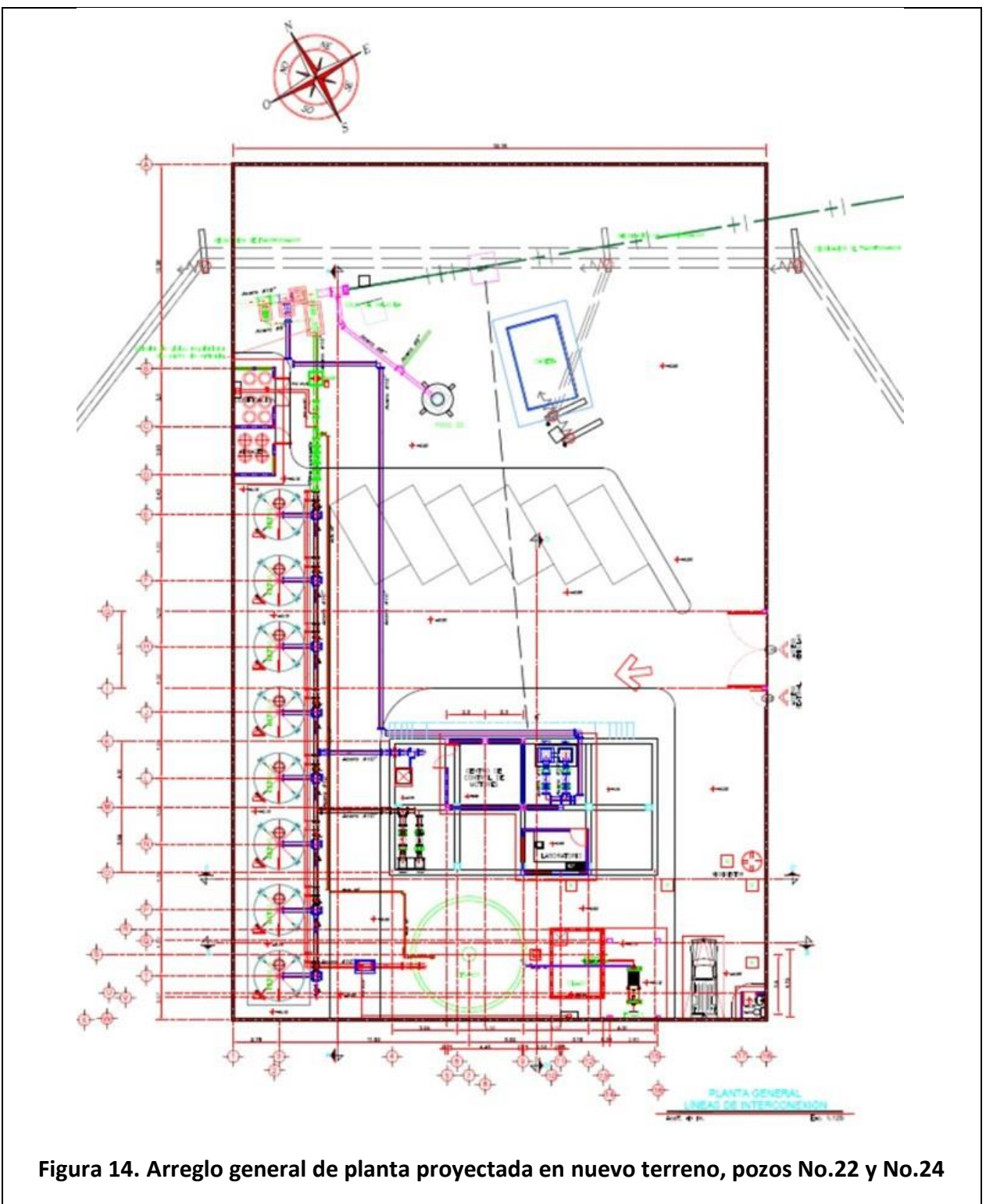


Figura 13. Arreglo general de planta proyectada en el terreno inicial, pozos No.22 y No.24



**Figura 14. Arreglo general de planta proyectada en nuevo terreno, pozos No.22 y No.24**





Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). En seguida, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para pozos No.22 y No.24.

**Tabla 11. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No.22 y No.24**

Concepto de avance	Evidencia de avance
Construcción de barda perimetral.	
Construcción de barda perimetral.	
Plantilla simple y armado de acero de zapata de cimentación para losa de filtros.	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colado de losa de cimentación para filtros con armado de acero para dados de apoyo.</p>	
<p>Armado de acero y cimbra de muros de cárcamo de lodos.</p>	
<p>Armado de acero de sedimentador.</p>	
<p>Excavación para interconexión hidráulica entre pozos 22 y 24.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación en zanja para muros de caseta de dosificación de reactivos y almacén.</p>	
<p>Colado de sedimentador.</p>	
<p>Levantamiento de muros de caseta para CCM.</p>	
<p>Levantamiento de muros de caseta para laboratorio.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colado total de cárcamo de lodos y sedimentador.</p>	
<p>Cimbra y armado de acero de refuerzo de losa superior de caseta para laboratorio.</p>	
<p>Cimbra y armado de acero de refuerzo de losa superior de caseta para CCM.</p>	
<p>Colado de zapatas de cimentación y armado de columnas para techumbre de filtro prensa.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Suministro y anclaje de ocho filtros a presión. Pintura interior y exterior de filtros.</p>	
<p>Colado de columnas y firme para techumbre de filtro prensa. Colocación vigas y largueros para soporte de lámina de fibrocemento.</p>	
<p>Inicio de interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Levantamiento de muros, cimbra y armado de acero de losa superior para sanitario.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Continuación con la interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Instalación de arreglo de filtro canasta y mezclador estático.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en caseta para CCM.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en caseta para laboratorio.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Pintura interior y exterior en casetas para dosificación de reactivos y almacén.</p>	
<p>Restauración y adaptación de tanque existente para uso como tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Colocación de láminas de fibrocemento en techumbre de filtro prensa.</p> <p>Suministro y colocación de filtro prensa.</p>	
<p>Instalación de transformador tipo poste y excavación en zanja para cableado.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de mezclador estático en línea de llegada de agua de retrolavado a sedimentador.</p> <p>Instalación de bomba de recirculación de agua clarificada.</p>	
<p>Instalación de bombas para retrolavado de filtros.</p>	
<p>Instalación de bombas para suministro a red.</p>	
<p>Colocación de puerta y ventana en sanitario.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
Colocación de puerta y ventanas en caseta para CCM.	
Instalación hidráulica y eléctrica de bomba de lodos.	
Suministro y conexión eléctrica de tableros de fuerza.	
Colocación de puerta y ventanas en casetas de dosificación de reactivos y almacén.	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

### 2.3 Pozo No. 5. Gómez Palacio

#### 2.3.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018

El proyecto ejecutivo para la construcción de la planta potabilizadora para tratar el agua del pozo No. 5 lo elaboró el IMTA en el año 2015. En esa etapa del proyecto, el Ing. Guillermo Morales Aguilar, Director General del Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado (SIDEAPA), durante la administración 2013-2016, solicitó que la planta potabilizadora se proyectará en la cima del Cerro de la Cruz. Definido el terreno, el IMTA propuso el arreglo general de equipo y desarrolló el proyecto ejecutivo para la planta potabilizadora.

Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018, dentro de la administración 2016-2019 del SIDEAPA y fungiendo como Director General el Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto. Antes de iniciar la obra, el Director General solicita a Conagua (OCCCN) reubicar la planta potabilizadora argumentando que el camino para subir al Cerro de la Cruz se encuentra en mal estado y las maniobras durante la construcción podrían ocasionar algún accidente. Por lo tanto, durante los meses de febrero y marzo de 2017, personal de la Conagua (OCCCN), SIDEAPA, Grupo Prestigyo (supervisión externa) y el IMTA se reunieron para definir el terreno y proponer el nuevo arreglo general de equipo y unidades de tratamiento. Asimismo, se acordó que la adaptación del proyecto ejecutivo a las condiciones del nuevo terreno estaría a cargo de la empresa ganadora del contrato de obra (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). En esta fase, el IMTA participó en la revisión de memorias y planos que requirieron ser modificados debido al cambio de ubicación del terreno. Después de varias reuniones entre las partes involucradas, se decidió construir la planta potabilizadora a pie del pozo No. 5. Las siguientes figuras presentan el arreglo general de equipo de la planta potabilizadora proyectada en el terreno inicial y final.

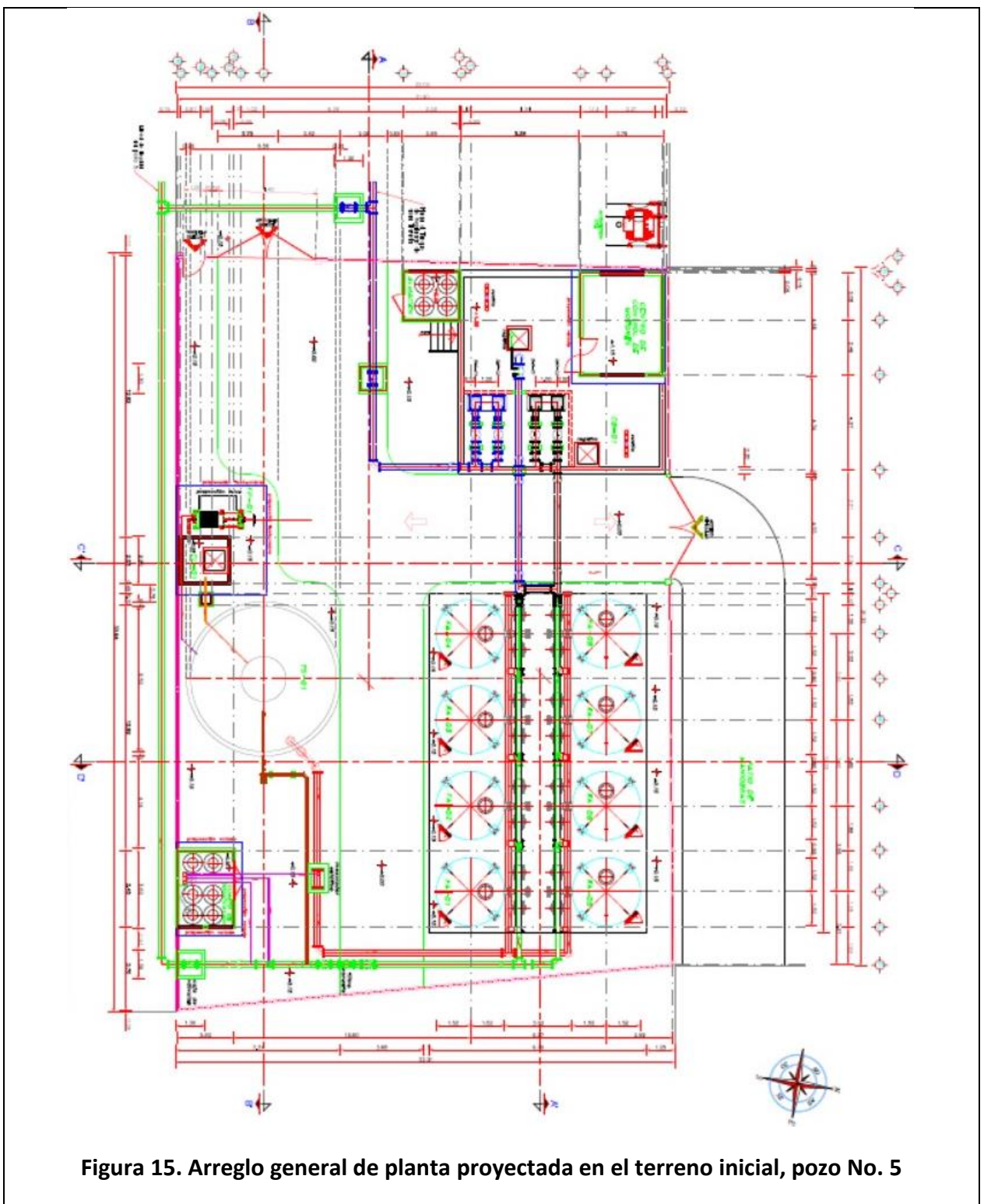
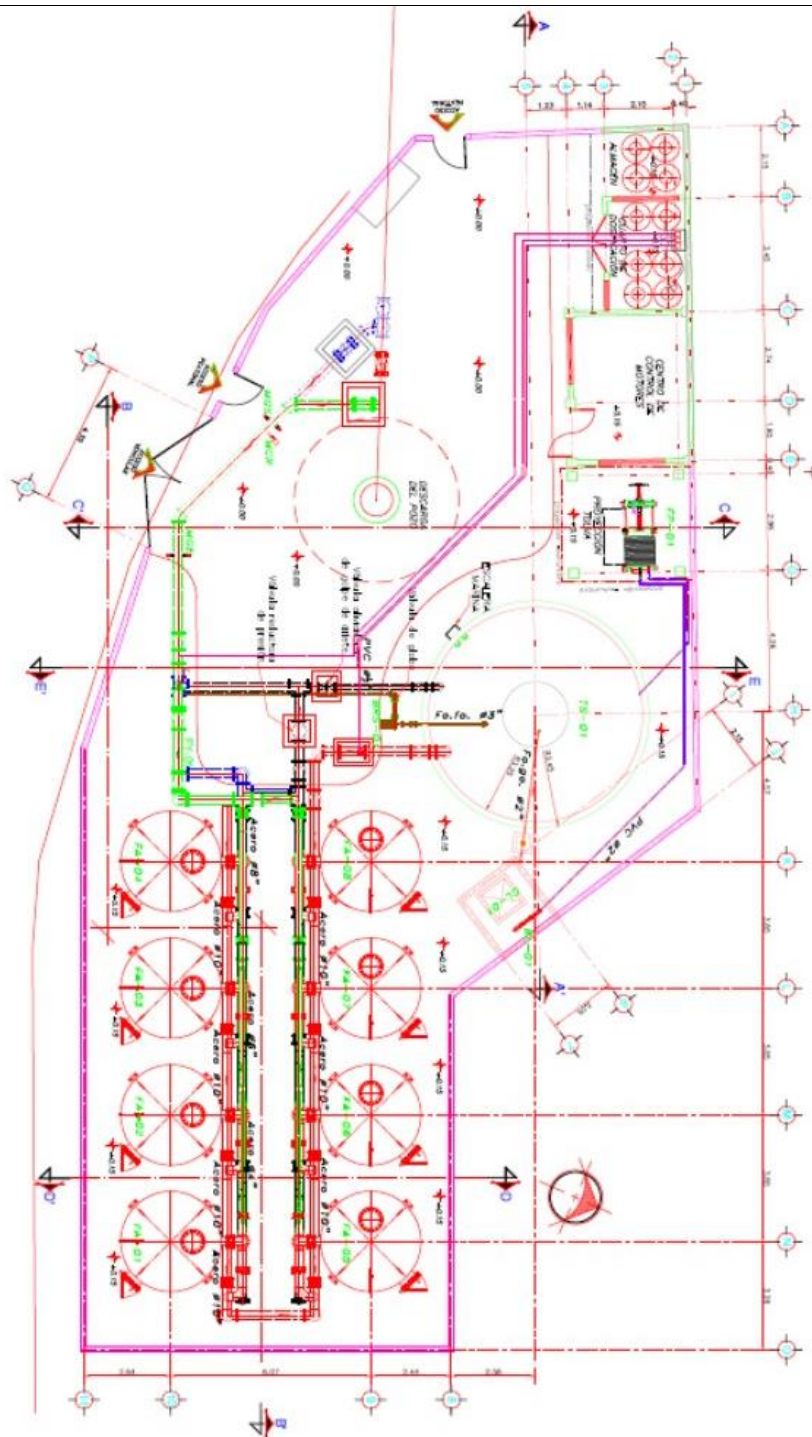





Figura 15. Arreglo general de planta proyectada en el terreno inicial, pozo No. 5



**Figura 16. Arreglo general de planta proyectada en nuevo terreno, pozo No. 5**

Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). En seguida, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para pozo No. 5.

**Tabla 12. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No. 5**

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Imagen del terreno al inicio de los trabajos.</p>	
<p>Demolición del cerro dentro del predio del pozo No. 5.</p>	
<p>Demolición del cerro en predio adyacente al terreno del pozo No. 5.</p> <p>Armado con acero de refuerzo de castillos y zapatas de cimentación de barda perimetral.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Levantamiento de barda perimetral con aplanado interior.</p>	
<p>Losa de cimentación con dados de apoyo para filtros.</p>	
<p>Zapatas de cimentación y armado con acero de refuerzo de castillos para construcción de CCM.</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo y cimbra de cárcamo de lodos.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Armado con acero de refuerzo y cimbra de sedimentador.</p>	
<p>Colado de cárcamo de lodos.</p>	
<p>Cimbra de losa superior de caseta para CCM.</p>	
<p>Colado de losa superior de caseta para CCM. Aplanado interior y exterior.</p>	


Concepto de avance	Evidencia de avance
Colado de sedimentador.	
Suministro y anclaje de ocho filtros. Pintura interior y exterior.	
Impermeabilización sedimentador.	
Cimbra y armado con acero de refuerzo de losa superior de caseta para dosificación de reactivos.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Inicio de interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Instalación de puerta y ventanas en caseta para CCM. Pintura interior y exterior.</p>	
<p>Instalación de puerta y ventana en caseta para dosificación de reactivos. Pintura interior y exterior.</p>	
<p>Colocación de toberas en laterales del colector de agua filtrada.</p>	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colocación de vigas, largueros y láminas de fibrocemento en techumbre de filtro prensa.</p>	
<p>Instalación de transformador.</p>	
<p>Continuación con la interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Instalación de arreglo de filtro canasta y mezclador estático para cloruro férrico e hipoclorito de sodio.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de válvulas de expulsión de aire en filtros.</p> <p>Conexión de tablero de fuerza.</p>	
<p>Instalación hidráulica de bomba para recirculación de agua clarificada.</p> <p>Instalación de mezclador estático para polímero.</p>	
<p>Instalación hidráulica de bomba de lodos.</p>	
<p>Instalación hidráulica de filtro prensa.</p>	

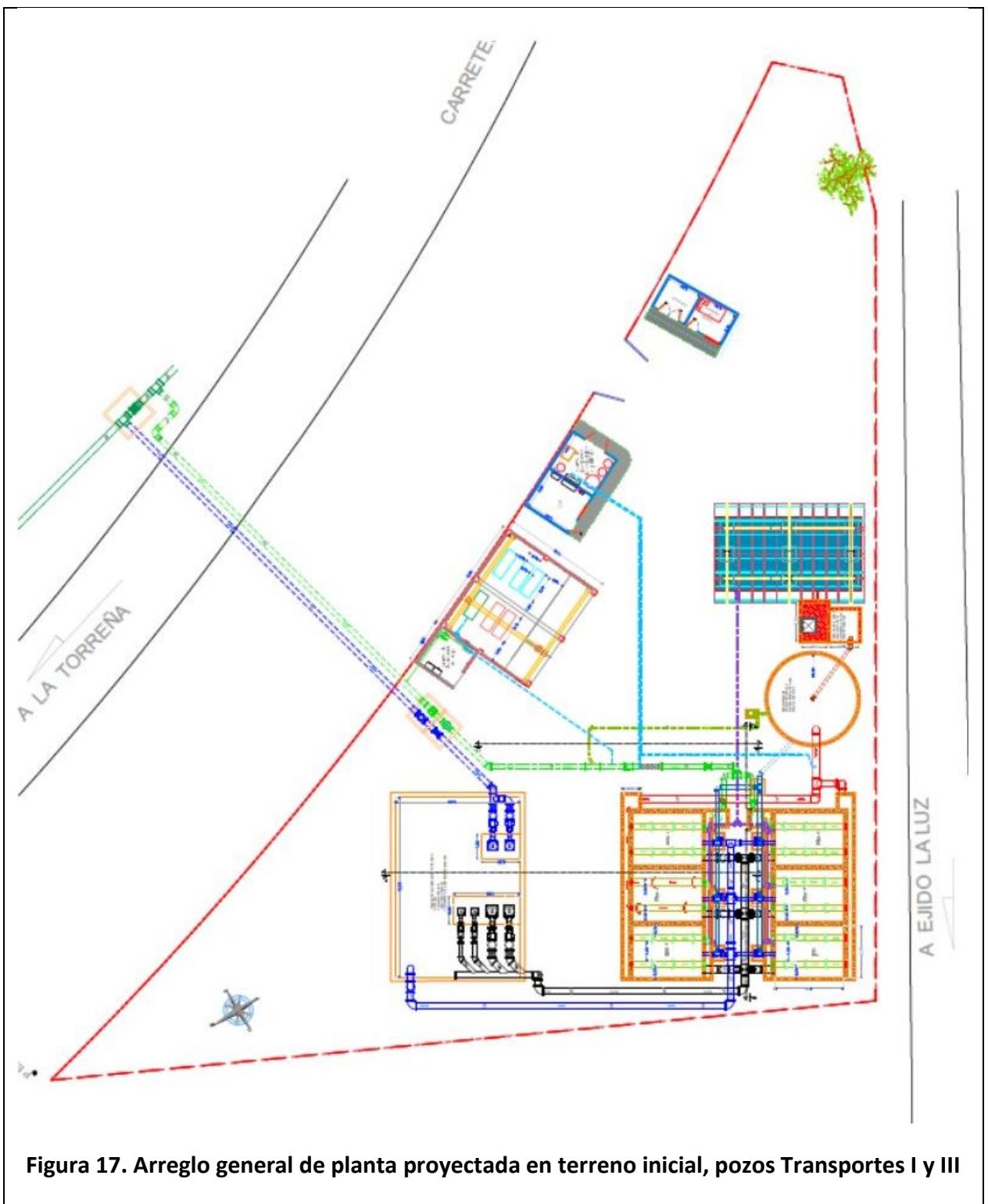
Concepto de avance	Evidencia de avance
Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.	

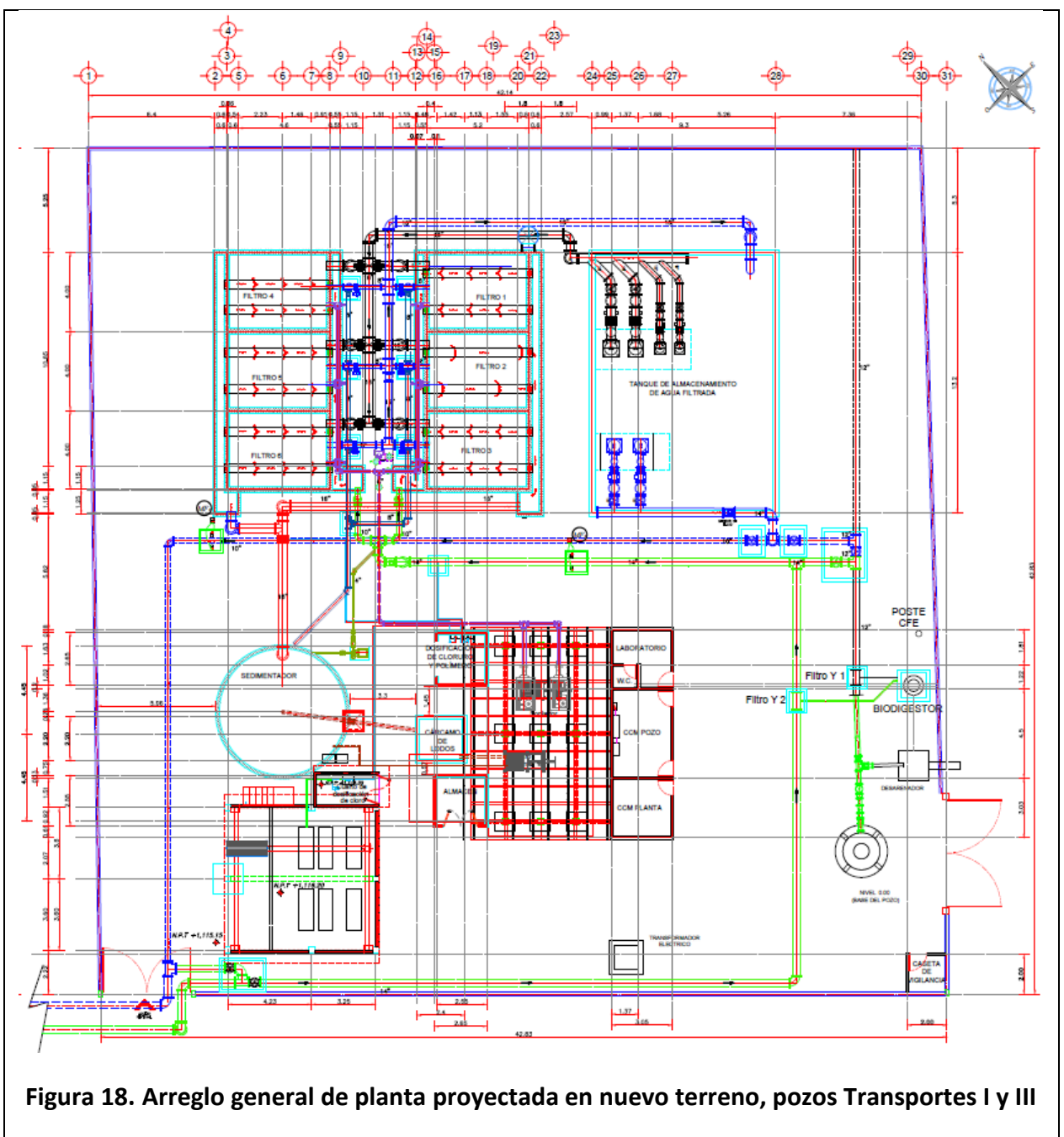
## 2.4 Pozos Transporte I y III. Zona rural Gómez Palacio

### 2.4.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018

El proyecto ejecutivo para la construcción de la planta potabilizadora para tratar el agua de los pozos Transportes I y III lo elaboró el IMTA en el año 2015. En esa etapa del proyecto, la ubicación y área disponible del terreno para la construcción de la planta potabilizadora fue asignada por el Ing. Felipe Martínez Ayoub, Gerente Técnico del Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado del Área Rural (SIDEAPAR), durante la administración 2013-2016, siendo Director General el Ing. Guillermo Morales Aguilar. Definido el terreno, el IMTA propuso el arreglo general de equipo y desarrolló el proyecto ejecutivo para la planta potabilizadora.

Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018, dentro de la administración 2016-2019 del SIDEAPA y fungiendo como Director General el Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto. Antes de iniciar la obra, el Director General solicita a Conagua (OCCCN) reubicar la planta potabilizadora argumentando que a 60 metros de distancia se encuentra una planta procesadora de mármol que genera polvo durante el proceso y que es probable que se incorpore al agua contenida en los filtros, que para este caso se consideraron abiertos. Por lo tanto, durante los meses de febrero y marzo de 2017, personal de la Conagua (OCCCN), SIDEAPA, Grupo Prestigyo (supervisión externa) y el IMTA se reunieron para definir el terreno y proponer el nuevo arreglo general de equipo y unidades de tratamiento. Asimismo, se acordó que la adaptación del proyecto ejecutivo a las condiciones del nuevo terreno estaría a cargo de la empresa ganadora del contrato de obra (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). En esta fase, el IMTA participó en la revisión de memorias y planos que requirieron ser modificados debido al cambio de ubicación del terreno. Después de varias reuniones entre las partes involucradas, se decidió construir la planta potabilizadora a pie del pozo Transporte I. La gestión para la adquisición del terreno estuvo a cargo del Arq. Adelmo Ruvalcaba Nieto, Director General del SIDEAPA. Las siguientes figuras presentan el arreglo general de equipo de la planta potabilizadora proyectada en el terreno inicial y final.





Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para los pozos Transportes I y III.

**Tabla 13. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos Transporte I y III**




Concepto de avance	Evidencia de avance
Imagen del terreno al inicio de los trabajos.	
Levantamiento de barda perimetral.	
Inicio armado con acero de refuerzo de tanque para agua filtrada.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Inicio armado con acero de refuerzo de filtros a gravedad.</p>	
<p>Colado losa de fondo en tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo de sedimentador.</p>	
<p>Continuación de armado con acero de refuerzo de filtros a gravedad.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación para zapata de cimentación para techumbre de cuarto de sopladores y filtro prensa.</p>	
<p>Colado de muros y losa de fondo en tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Colado de zapatas de cimentación, firme y columnas para techumbre de cuarto de sopladores y filtro prensa.</p>	
<p>Excavación para zapata de cimentación y armado con acero de refuerzo de castillos para cuarto de dosificación.</p>	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Cimbra de losa superior y armado con acero de refuerzo de traves en tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Colado de sedimentador.</p>	
<p>Colado de primera parte de filtros a gravedad.</p>	
<p>Levantamiento de muros, colado de losa superior, aplanado interior y exterior de cuarto de dosificación.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Levantamiento de muros, colado de losa superior, aplanado interior y exterior de cuarto para almacén de reactivos.</p>	
<p>Colado de cárcamo de lodos.</p>	
<p>Excavación de zapatas de cimentación para casetas de almacenamiento y dosificación de gas cloro.</p>	
<p>Colado de segunda parte de filtros a gravedad.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Levantamiento de muros para casetas de almacenamiento y dosificación de gas cloro.</p>	
<p>Suministro y anclaje de sopladores de aire.</p>	
<p>Suministro de filtro prensa.</p>	
<p>Colado de última parte de filtros a gravedad.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colocación de vigas y largueros en techumbre para sopladores y filtro prensa.</p>	
<p>Cimbra, armado con acero de refuerzo y colado de losa superior de caseta para almacenamiento de gas cloro.</p>	
<p>Cimbra, armado con acero de refuerzo y colado de losa superior de caseta de vigilancia.</p>	
<p>Aplanado interior y exterior de filtros a gravedad.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Cimbra y armado con acero de refuerzo de losa superior de cuarto de dosificación de cloro.</p>	
<p>Suministro de tanques para almacenamiento de gas cloro.</p>	
<p>Pintura exterior, colocación de compuertas e inicio de interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Suministro de canaletas para filtros a gravedad.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de falso fondo en filtros a gravedad.</p>	
<p>Colocación de láminas de fibrocemento y pintura exterior en vigas, largueros y columnas de techumbre de sopladores.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en caseta de dosificación de reactivos.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en caseta para almacén.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Caseta de almacenamiento de gas cloro: pintura interior y exterior, y colocación de luminarias.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en caseta de vigilancia.  Suministro de tableros de fuerza.</p>	
<p>Rehabilitación de caseta para CCM.</p>	
<p>Colocación de tableros de fuerza en caseta para CCM.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de bombas para suministro a red, con su tren de descarga.</p>	
<p>Línea de llegada de agua filtrada a tanque de almacenamiento.</p>	
<p>Instalación de bombas para retrolavado de filtros, con su tren de descarga.</p>	
<p>Tubería de llegada de agua de retrolavado a sedimentador.</p>	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de tubería para suministro de agua cruda a los dos módulos de filtración.</p> <p>Instalación de tubería de suministro de aire para retrolavado de filtros.</p>	
<p>Instalación de tren de descarga de compresores para suministro de aire para retrolavado de filtros.</p>	
<p>Instalación y nivelación de canaletas en filtros a gravedad.</p>	
<p>Interconexión hidráulica entre pozos.</p>	





Concepto de avance	Evidencia de avance
Interconexión hidráulica entre pozos.	
Interconexión hidráulica entre pozos.	
Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.	

## 2.5 Pozos No. 16, El Quemado y El Cariño. Tlahualilo




### 2.5.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018





Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018. Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para los pozos No. 16, El Quemado y El Cariño.

**Tabla 14. Resumen de avance en planta potabilizadora pozos No. 16, El Quemado y El Cariño**

Concepto de avance	Evidencia de avance
Imagen del terreno al inicio de los trabajos.	
Excavación en zanja para barda perimetral.	
Armado y cimbra de zapata de cimentación en barda perimetral.	
Colado de zapata de cimentación en barda perimetral.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Levantamiento de barda perimetral con aplanado interior.</p>	
<p>Instalación de portón de acceso vehicular y puerta de acceso peatonal en barda perimetral Oeste.</p>	
<p>Instalación de portón de acceso vehicular y puerta de acceso peatonal en barda perimetral Este.</p>	
<p>Levantamiento de muros para caseta de dosificación, CCM y almacén.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Losa de cimentación y armado de acero de dados de apoyo para filtros.</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo de sedimentador.</p>	
<p>Colado de columnas para techumbre de filtro prensa.</p>	
<p>Armado y cimbra de losa superior de cárcamo de lodos.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Cimbra y armado de losa superior para caseta de dosificación, CCM y almacén.</p>	
<p>Colado de sedimentador.</p>	
<p>Armado de tanque de rebombeo de agua cruda.</p>	
<p>Colado de losa superior para caseta de dosificación, CCM y almacén.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Suministro y anclaje de seis filtros. Pintura interior y exterior.</p>	
<p>Suministro de filtro prensa.</p>	
<p>Instalación de puertas y ventanas en caseta de dosificación, CCM y almacén.</p>	
<p>Instalación de vigas y largueros en techumbre de filtro prensa.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colado de muros de tanque de rebombeo de agua cruda.</p> <p>Cimbra y armado de losa superior.</p>	
<p>Inicio de interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Rehabilitación de caseta existente.</p>	
<p>Banqueta de concreto simple en acabado escobillado y pendiente del 1% en caseta de dosificación, CCM y almacén.</p>	




Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación en zanja para línea de llegada de agua cruda a cárcamo de rebombeo.</p>	
<p>Excavación en zanja para líneas de agua cruda, agua filtrada y retrolavado.</p>	
<p>Colado de losa superior en tanque de rebombeo de agua cruda.</p>	
<p>Continuación con la interconexión hidráulica entre filtros. Instalación de arreglo de filtro canasta.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Pintura interior y exterior en caseta de dosificación, CCM y almacén.</p>	
<p>Instalación de línea de llegada de agua cruda a tanque de rebombeo.</p>	
<p>Pintura exterior en sedimentador.</p>	
<p>Colocación de láminas de fibrocemento en techumbre de filtro prensa.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Pintura exterior en tanque de rebombeo de agua cruda.</p>	
<p>Instalación de transformador.</p>	
<p>Continuación con la interconexión entre filtros.</p>	
<p>Instalación de mezclador estático para cloruro férrico e hipoclorito de sodio.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de tableros de fuerza en caseta de CCM.</p>	
<p>Instalación de bombas y tren de descarga para retrolavado de filtros.</p>	
<p>Instalación hidráulica de bomba de lodos.</p> <p>Instalación hidráulica de bomba de agua clarificada.</p>	
<p>Instalación de bombas y tren de descarga para suministro de agua cruda a sistema de tratamiento.</p>	


Concepto de avance	Evidencia de avance
Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.	




## 2.6 Pozo 15-Pueblo Nuevo. Zona rural Gómez Palacio

### 2.6.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018




Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018. Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Ozone Ecological Equipaments S.A. de C.V.). A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para el pozo 15-Pueblo Nuevo.

**Tabla 15. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 15-Pueblo Nuevo**

Concepto de avance	Evidencia de avance
Imagen del terreno al inicio de los trabajos.	





Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación en zanja para barda perimetral.</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo de zapata de cimentación para barda perimetral.</p>	
<p>Levantamiento de barda perimetral.</p>	
<p>Colado de zapatas de cimentación y armado con acero de refuerzo de castillos para cuarto de CCM.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Armado con acero de refuerzo de tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Losa de cimentación con dados de apoyo para filtros.</p>	
<p>Levantamiento de muros para caseta de filtro prensa.</p>	
<p>Levantamiento de muros para cuarto de CCM y caseta de dosificación de reactivos.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
Cimbra de tanque de agua filtrada.	
Cimbra de losa superior de caseta para filtro prensa.	
Colado de losa superior de casetas para CCM y dosificación de reactivos.	
Colado de muros y losa superior de tanque de agua filtrada.	





Concepto de avance	Evidencia de avance
Colado de losa superior de caseta para filtro prensa.	
Excavación para cárcamo de lodos.	
Armado con acero de refuerzo de sedimentador.	
Colado de cárcamo de lodos.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
Colado de sedimentador.	
Suministro y anclaje de cuatro filtros. Pintura interior y exterior.	
Instalación de portón de acceso vehicular y peatonal.	
Impermeabilización sedimentador.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Inicio de interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Conclusión de instalación de tubería para interconexión hidráulica entre filtros.</p>	
<p>Instalación de toberas en colector de agua filtrada de filtros a presión.</p>	
<p>Instalación de arreglo de filtro canasta y mezclador estático.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación en zanja para tubería de recirculación de agua clarificada.</p>	
<p>Instalación de tren de descarga para bombas de suministro a red y retrolavado.</p>	
<p>Pintura interior y exterior en cuarto de CCM y caseta de dosificación de reactivos.</p> <p>Instalación de luminarias.</p>	
<p>Suministro de filtro prensa.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
Colocación de tablero de fuerza en cuarto de CCM.	
Instalación de bombas de suministro a red y retrolavado de filtros.	
Instalación de mezclador estático para polímero.	
Instalación hidráulica de bomba de recirculación de agua clarificada, con su tren de descarga.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación hidráulica de bomba de lodos con succión en cárcamo y descarga en filtro prensa.</p>	
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

## 2.7 Pozo 21-Dinamita. Zona rural Gómez Palacio

### 2.7.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018



Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018. Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Diseño y Construcción de Concreto, S.A. de C.V., en asociación con Obras y Autopistas S.A. de C.V.). A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para el pozo 21-Dinamita.

**Tabla 16. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 21-Dinamita**

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Imagen del terreno al inicio de los trabajos.</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo y cimbra de zapata de cimentación para la construcción de barda perimetral.</p>	
<p>Desplante para losa de cimentación de filtros.</p>	
<p>Excavación para tanque de agua filtrada.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación para sedimentador y cárcamo de lodos.</p>	
<p>Colado de losa de cimentación para filtros con armado de acero para dados de apoyo.</p>	
<p>Continuación con levantamiento de barda perimetral.</p>	
<p><b>Tanque de agua filtrada:</b> Desplante para tanque de agua filtrada y cárcamo de bombeo.</p>	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Plantilla de concreto simple en fondo de sedimentador.</p> <p>Armado con acero de refuerzo de losa se fondo.</p>	
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

## 2.8 Pozo 33-A. Gómez Palacio

### 2.8.1 Visita de seguimiento a obras. Marzo 2017 – marzo 2018





Oficialmente, el periodo de ejecución de la obra fue del 27 de marzo de 2017 al 31 de marzo de 2018. Los recorridos se realizaron en compañía del Residente de obra por parte de la Conagua, Supervisión Externa (Grupo Prestigyo Consultoría y Construcciones S.A. de C.V.) y Empresa Constructora (Diseño y Construcción de Concreto, S.A. de C.V., en asociación con Obras y Autopistas S.A. de C.V.). A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para el pozo 33-A.

**Tabla 17. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 33-A**

Concepto de avance	Evidencia de avance
Imagen del terreno al inicio de los trabajos.	
Excavación en zanja y armado con acero de zapata de cimentación para barda perimetral.	
Excavación para sedimentador.	
Excavación para tanque de agua filtrada y cárcamo de bombeo.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Levantamiento de barda perimetral con aplanado interior.</p>	
<p>Colado de losa de cimentación para filtros con armado de acero para dados de apoyo (primera sección).</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo y cimbra de muros para tanque de agua filtrada (primera sección).</p>	
<p>Colado de muros para tanque de agua filtrada (primera sección).</p> <p>Armado con acero de refuerzo y cimbra de muros para tanque de agua filtrada (segunda sección).</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colado total de muros para tanque de agua filtrada y cárcamo de bombeo.</p>	
<p>Cimbra losa superior para tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Colado de losa de cimentación para filtros y armado de acero para dados de apoyo (segunda sección).</p>	
<p>Levantamiento de muros para caseta de CCM.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Excavación en zanja para zapatas de cimentación en cuarto de dosificación de reactivos y almacén.</p>	
<p>Colado de losa superior con aplanado exterior en caseta para CCM.</p>	
<p>Colado de zapatas de cimentación y armado con acero de castillos en cuarto de dosificación de reactivos y almacén.</p>	
<p>Aplanado interior en caseta para CCM.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Suministro de patas para filtros.</p>	
<p>Cimbra y armado con acero de losa superior en cuarto de dosificación de reactivos y almacén.</p>	
<p>Plantilla de concreto simple en sección cónica de sedimentador.</p>	
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

### 3. Asistencia técnica en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha de dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico del tipo filtración directa

Los procesos de licitación, fallo y adjudicación de contratos de las dos obras estuvieron a cargo de la Comisión del Agua del Estado de Durango (CAED); el IMTA no participó en estas actividades. Los pozos beneficiados fueron:

- 24-A (zona centro Gómez Palacio)
- 13-A (zona centro Gómez Palacio)

A continuación, se presenta la relación de licitaciones y empresas ganadoras de los concursos de diseño, construcción y puesta en marcha de las dos plantas potabilizadoras para remoción de arsénico de tipo filtración directa. Asimismo, se indica el inicio de las obras de forma oficial.

**Tabla 18. Relación de licitaciones y empresas ganadoras**

Licitación	Objeto	Contratista	Inicio obras
LO-910018998-E41-2017	Diseño, construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora en el pozo 24-A, ubicado en la localidad de Gómez Palacio, del Municipio de Gómez Palacio.	Ingeniería Especializada del Medio Ambiente, S.A. de C.V.	15 agosto 2017
LO-910018998-E40-2017	Diseño, construcción y puesta en marcha de planta potabilizadora en el pozo 13-A, ubicado en la localidad de Gómez Palacio, del Municipio de Gómez Palacio.	Asociación en participación: Obras Internacionales Roma, S.A. de C.V. y Osto Diseño Ingeniería, S.A. de C.V.	15 agosto 2017

En la presente actividad, primero se proporcionó apoyo técnico durante la elaboración de los proyectos ejecutivos por parte de las empresas constructoras, y luego durante la construcción e instalación de las dos potabilizadoras con el propósito de verificar que las unidades de tratamiento, equipos y dispositivos cumplieran con lo establecido en los proyectos ejecutivos, en los aspectos funcional y de especificaciones y validar modificaciones.

Para cumplir con la actividad, se realizaron visitas de campo mensuales a las plantas potabilizadoras en construcción y al taller de fabricación de tanques de acero para filtros a presión. Las verificaciones en obra se fundaron en los planos constructivos, especificaciones de

---

diseño y memorias de cálculo de los diferentes rubros: diseño funcional, arquitectónico, estructural, hidráulico, mecánico, eléctrico y de control y automatización. De igual modo, a través de correo electrónico se atendieron solicitudes de aclaraciones, revisión de planos y memorias de cálculo por parte de las empresas constructoras.

Algunos de los temas que requirieron ser revisados, aclarados, analizados y en algunos casos modificados, fueron:

- Revisión de plano de arreglo general de planta potabilizadora en pozo 24-A por modificación de las dimensiones del terreno disponible para la construcción
- Revisión de planos estructurales en planta pozo 24-A
- Revisión de memoria de cálculo estructural para tanque de agua filtrada, CCM y sedimentador en planta pozo 24-A
- Revisión de planos funcionales e hidráulicos en planta pozo 13-A
- Revisión de memoria de cálculo funcional e hidráulica en planta pozo 13-A
- Revisión de memoria de cálculo de filtro en planta pozo 13-A. Cálculo de espesor de placa de acero en cuerpo y tapa toriesférica.
- Revisión de memoria de cálculo hidráulico de filtro en planta pozo 13-A. Determinación del número y diámetro de orificios del distribuidor inferior y superior.
- Apoyo en la realización de análisis granulométrico de materiales filtrantes (antracita, arena y gravas) en planta pozo 13-A

Las solicitudes recibidas por parte de las empresas constructoras, junto con sus respectivas respuestas, así como las observaciones realizadas por el IMTA durante los recorridos a las obras y taller de fabricación de los filtros de acero, se documentaron en los informes mensuales correspondientes y se entregaron como producto a la Conagua (OCCCN). Por esta razón, en seguida únicamente se presenta un resumen de los avances de cada una de las obras.

### **3.1 Pozo 24-A. Zona centro Gómez Palacio**

#### **3.1.1 Asistencia técnica durante la elaboración del proyecto ejecutivo de planta pozo 24-A**

Una vez firmado el contrato de obra, la primera actividad técnica de la empresa contratista ganadora fue desarrollar el proyecto ejecutivo para la construcción de la planta potabilizadora. En esta etapa, el compromiso del IMTA fue asistir técnicamente en la revisión de planos y memorias de los proyectos funcional, estructural, arquitectónico, eléctrico, automatización y



control, verificando que cumplieran con los requerimientos establecidos en la ingeniería básica desarrollada previamente por el IMTA y que formó parte de los términos de referencia de la licitación.

Aunque contractualmente el inicio de la obra fue a partir del 15 de agosto de 2017, las actividades en campo iniciaron hasta noviembre de 2017 con trazos para delimitar áreas de la planta y excavación para el tanque de agua filtrada. En la visita realizada por el IMTA a la obra el 29 de noviembre de 2017 pudimos constatar que los trazos no correspondían con el arreglo general propuesto en la ingeniería básica. Durante el mes de diciembre de 2017 la empresa constructora ganadora (Ingeniería Especializada del Medio Ambiente, S.A. de C.V.) continuó con la construcción de la planta potabilizadora sin enviar al IMTA planos y memorias para su revisión.

Fue hasta el 08 de enero de 2018 que la empresa constructora, vía correo electrónico y a través de la CAED (Ing. Manuel Alejandro Rosales Gómez), envió para revisión planos a detalle del proyecto, sin las memorias de cálculo correspondientes. Por la misma vía el 16 de enero de 2018 el IMTA solicitó las memorias de cálculo que respaldaran los planos a detalle y al no haber respuesta por parte de la empresa constructora, el IMTA envió las observaciones el 23 de enero de 2018. En esta fase, el IMTA confirmó que la empresa constructora modificó totalmente el arreglo general que se había propuesto en la ingeniería básica, además de cambiar los filtros a presión tipo individual por filtros dobles.

En seguida, la empresa constructora envió para revisión memorias estructurales únicamente para tanque de agua filtrada, caseta para CCM y losa de cimentación para sedimentador; y el IMTA contestó con las observaciones correspondientes. Las observaciones hechas por el IMTA a planos a detalle y memorias de cálculo nunca fueron atendidas por la empresa constructora y, haciendo caso omiso, continuaron construyendo la planta potabilizadora sin tener el visto bueno por parte del IMTA. A continuación, se presenta el estatus final de la revisión de planos a detalle y memorias de cálculo.

- Lista de planos a detalle que la empresa envió al IMTA para revisión

<b>PLANO</b>	<b>GENERALES</b>
01	Perfil hidráulico
02	Diagrama de Flujo de Proceso
03	Diagrama de Flujo de Proceso
04	Diagrama de Tuberías e Instrumentación
05	Diagrama de Tuberías e Instrumentación
06	Isométrico General
07	Arreglo General
08	Cortes
09	Topográfico

---

**DIMENSIONALES**

- 01 Filtro a Presión
- 02 Sedimentador
- 03 Cárcamo de Bombeo
- 04 Dique de Químicos

**ESTRUCTURALES**

- 01 Geometría Cárcamo
- 02 Armado de Losas Cárcamo
- 03 Armados Generales Cárcamo
- 04 Barda Perimetral
- 05 Detalles de Barda
- 06 Plano de Cimentación
- 07 Ubicación de Castillos
- 08 Trabes de Azotea
- 09 Armado de Losa de Azotea
- 10 Dique de Químicos
- 11 Armado de losa de cimentación de Sedimentador
- 12 Armado de losas y muros de CB-1200

**ELÉCTRICOS**

- 01 Diagrama Unifilar
- 02 Distribución de Fuerza
- 03 Contactos y Alumbrados
- 04 Sistema de Tierras
- 05 Acometida Eléctrica

**MECÁNICOS**

- 01 Filtro a Presión
- 02 Arreglo de Tuberías
- 03 Sedimentador
- 04 Colector
- 05 Difusor

**ARQUITECTÓNICOS**

- 01 Caseta de Operadores
- 02 Caseta de Operadores (Acabados)
- 03 Caseta de Operadores (Hidrosanitario)
- 04 Caseta de Operadores (Cancelería)
- 05 Drenaje Interno

**CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

- 01 Automatización
- 02 Automatización
- 03 Automatización
- 04 Automatización
- 05 Automatización
- 06 Automatización
- 07 Automatización
- 08 Automatización

**HIDRÁULICOS**

- 01 Isométrico General
- 02 Isométrico I y II
- 03 Isométrico III y IV
- 04 Isométrico V, VI y VII

- Estatus final de la revisión de planos a detalle

GENERALES									DIMENSIONALES				ESTRUCTURALES												ELÉCTRICO				
01	02	03	04	05	06	07	08	09	01	02	03	04	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05

MECÁNICO					ARQUITECTÓNICO					HIDRÁULICO				CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN								
01	02	03	04	05	01	02	03	04	05	01	02	03	04	01	02	03	04	05	06	07	08	

Nomenclatura:

	Enviado a contratista con observaciones
	En revisión
	Completo
	No se recibió para revisión

- Lista de memorias de cálculo

**MEMORIA FUNCIONAL**

- 1 Cálculo de parámetros de diseño para el sistema de tratamiento
  - 1.1 Filtro Y
  - 1.2 Filtro a presión

- 1.3 Gasto y volumen de retrolavado
- 1.4 Dosificaciones
- 1.5 Sedimentador
- 1.6 Cárcamo de lodos
- 1.7 Tanque de almacenamiento y retrolavado
- 1.8 Filtro prensa
- 2 Lodos
- 3 Balance
- 4 Diámetro de tuberías

#### **MEMORIA HIDRÁULICA**

- 1 Distribuidores
  - 1.1 Distribuidor superior con orificios
    - 1.1.1 Cálculo de número de orificios
    - 1.1.2 Cálculo de pérdidas durante el retrolavado
    - 1.1.3 Cálculo de pérdidas en la filtración
  - 1.2 Distribuidor inferior con orificios
    - 1.2.1 Cálculo de número de orificios
    - 1.2.2 Cálculo de pérdidas durante el retrolavado
    - 1.2.3 Cálculo de pérdidas en la filtración
- 2 Medios filtrantes
  - 2.1 Pérdidas de carga durante el retrolavado
  - 2.2 Pérdidas de carga durante la filtración

#### **MEMORIA DE FILTRO**

- 1 Diseño de tanque de filtro
  - 1.1 Cálculo de espesor
    - 1.1.1 Espesor de cuerpo
    - 1.1.2 Espesor de tapa

#### **MEMORIA MECÁNICA**

- 1 Pérdidas de carga (filtración)
  - 1.1 Pérdidas por fricción en tuberías
  - 1.2 Pérdidas locales durante la filtración
  - 1.3 Pérdidas en el medio filtrante
  - 1.4 Pérdidas de carga totales durante la filtración
- 2 Bombeos
  - 2.1 Bombeo de agua de recuperación o de recirculación
  - 2.2 Bombeo de agua filtrada
  - 2.3 Bombeo de agua del pozo
- 3 Pérdidas de carga (retrolavado)
  - 3.1 Pérdidas por fricción en tuberías
  - 3.2 Pérdidas locales durante la filtración
  - 3.3 Pérdidas en el medio filtrante
  - 3.4 Pérdidas de carga totales durante la filtración
- 4 Bombas estudiadas
  - 4.1 Red
  - 4.2 Lavado

- 4.3 Recirculación
- 4.4 Lodos
- 4.5 Pozo

**MEMORIA ELÉCTRICA**

- 1 Pozo
  - 1.1 Cálculo de circuito derivado
- 2 CCM
  - 2.1 Cálculo de circuito derivado
- 3 Transformado tipo seco
  - 3.1 Cálculo de circuito derivado
- 4 Capacidad del transformador
- 5 Cálculo del circuito principal
- 6 Cálculo del corto circuito
- 7 Cálculo del factor de potencia

**MEMORIA ESTRUCTURAL**

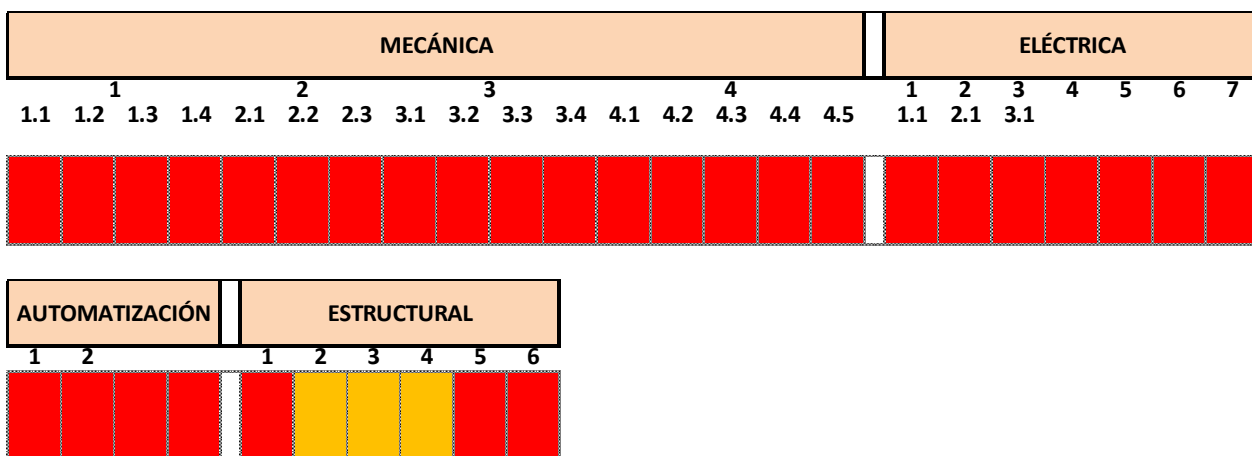
- 1 Cárcamo de lodos
- 2 Caseta para CCM
- 3 Tanque de agua tratada
- 4 Losa de cimentación para sedimentador
- 5 Cubierta de filtro prensa
- 6 Barda perimetral

**MEMORIA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

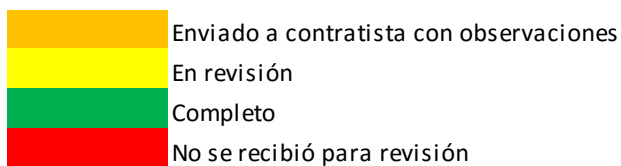
- 1 Conteo de puntos
- 2 Filosofía de control de operación

- Estatus final de la revisión de memorias de cálculo

FUNCIONAL								HIDRÁULICA						FILTRO	
1	2	3	4	1	1	2	1	1.1	1.2	2.1	2.2	1	1.1		
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.1	1.2	2.1	2.2	1.1	1.1		
								1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.1.1	1.1.2




Nomenclatura:



### 3.1.2 Visita de seguimiento a obra. Agosto 2017 – marzo 2018

A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para el pozo 24-A. En esta planta no se realizaron las pruebas de funcionamiento integral debido a que la obra no estuvo concluida dentro del periodo de vigencia del Convenio de Colaboración y sus dos modificaciones, que fue hasta el 15 de marzo de 2018.

**Tabla 19. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 24-A**

Concepto de avance	Evidencia de avance
Imagen del terreno al inicio de los trabajos.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Trazos para delimitar las diferentes áreas de la planta.</p>	
<p>Excavación para tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Plantilla de concreto simple y armado con acero en losa de fondo para tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Colado de losa de fondo, muros y losa superior de tanque de agua filtrada.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Plantilla de concreto simple y armado con acero en losa de cimentación para sedimentador.</p>	
<p>Excavación para cárcamo de lodos.</p>	
<p>Levantamiento de muros para caseta de CCM y armado con acero de castillos para barda perimetral.</p>	
<p>Suministro y colocación de filtros dobles.</p>	



Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Cimbra de losa superior para caseta de CCM.</p>	
<p>Colado de castillos para barda perimetral.</p>	
<p>Colado de losa superior de caseta para CCM.</p>	
<p>Suministro de material filtrante. El IMTA no recibió muestras para análisis granulométrico.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Instalación de barda perimetral metálica.</p>	
<p>Aplanado exterior de caseta para CCM.</p>	
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

### 3.2 Pozo 13-A. Gómez Palacio

#### 3.2.1 Asistencia técnica durante la elaboración del proyecto ejecutivo de planta pozo 13-A

Al igual que para el pozo 24-A, una vez firmado el contrato de obra, la primera actividad técnica de la empresa contratista ganadora fue desarrollar el proyecto ejecutivo para la construcción de la planta potabilizadora. En esta etapa, el compromiso del IMTA fue asistir técnicamente en la revisión de planos y memorias de los proyectos funcional, estructural, arquitectónico, eléctrico, automatización y control, verificando que cumplieran con los requerimientos establecidos en la

ingeniería básica desarrollada previamente por el IMTA y que formó parte de los términos de referencia de la licitación.

Aunque contractualmente el inicio de la obra fue a partir del 15 de agosto de 2017, las actividades en campo iniciaron hasta noviembre de 2017 con limpieza del terreno, trazos para delimitar áreas de la planta y construcción de losas de cimentación para filtros. En la visita realizada por el IMTA a la obra el 29 de noviembre de 2017 pudimos constatar que los trazos no correspondían con el arreglo general propuesto en la ingeniería básica. Durante el mes de diciembre de 2017 la empresa constructora ganadora (Asociación en participación: Obras Internacionales Roma, S.A. de C.V. y Osto Diseño Ingeniería, S.A. de C.V.) continuó con la construcción de la planta potabilizadora sin enviar al IMTA el plano de arreglo general de la planta para su revisión.

Fue hasta el 02 de enero de 2018 que la empresa constructora, vía correo electrónico y a través de la empresa subcontratada para el desarrollo del proyecto ejecutivo (Servicios y Consultores S.C.), envió para revisión plano de arreglo general de equipo con cortes y plano para sedimentador metálico. Por la misma vía, el 04 de enero de 2018 el IMTA envió las observaciones correspondientes. En esta fase, el IMTA confirmó que la empresa constructora modificó el arreglo general que se había propuesto en la ingeniería básica. A continuación, se presenta el estatus final de la revisión de planos a detalle y memorias de cálculo.

- Lista de planos a detalle a entregar por parte de la empresa constructora

<b>PLANO</b>	<b>PROYECTO ARQUITECTÓNICO</b>
01.1	Planta de Conjunto
01.2	Planta de Azotea
02.1	Cortes y fachadas
02.2	Cortes y fachadas
03.1	Proyecto de Acabados (Planta General)
03.2	Proyecto de Acabados (Planta de Azotea)
04.1	Hidrosanitario, planta de conjunto
04.2	Hidrosanitario, planta azotea
04.3	Hidrosanitario, isométrico
04.4	Pozo de absorción
	<b>PROYECTO ELÉCTRICO</b>
01.1	Instalación eléctrica (Distribución de fuerza)
01.2	Instalación eléctrica (Distribución de fuerza)
01.3	Instalación eléctrica (Diagrama unifilar)
02	Instalación eléctrica (Alumbrado interior)
03	Instalación eléctrica (Alumbrado exterior)

**PROYECTO ESTRUCTURAL**

- 01.1 Cárcamo de Lodos
- 01.2 Cárcamo de Lodos, detalles
- 02.1 Base de filtro prensa y Cobertizo
- 02.2 Base de filtro prensa y Cobertizo
- 02.3 Base de filtro prensa y Cobertizo
- 03.1 Cárcamo de Agua Tratada, geometría
- 03.2 Cárcamo de Agua Tratada, geometría
- 03.3 Cárcamo de Agua Tratada, geometría
- 03.4 Cárcamo de Bombeo, CCM
- 03.5 Cárcamo de Agua Tratada
- 03.6 Cárcamo de Agua Tratada
- 03.7 Cárcamo de Agua Tratada
- 03.8 Cárcamo de Agua Tratada
- 04 Cimentación de Filtros
- 05 Barda Perimetral
- 06.1 Sedimentador, geometría
- 06.2 Sedimentador
- 06.3 Sedimentador, detalles
- 07.1 Baño y almacén
- 07.2 Baño y almacén
- 08.1 Dosificación y Laboratorio
- 08.2 Dosificación y Laboratorio
- 09.1 Caja de Válvulas
- 09.2 Caja de Válvulas
- 10 Caja de Válvulas

**PROYECTO FUNCIONAL**

- 01.1 Línea de Interconexión (Planta)
- 01.2 Línea de Interconexión (Cortes)
- 01.3 Línea de Interconexión (Cortes)
- 02 Diagrama de Flujo de Proceso
- 03 Tratamiento de Lodos
- 04.1 Arreglo General de filtros
- 04.2 Arreglo General de filtros
- 04.3 Arreglo General de filtros
- 05 Tanque Sedimentador

**PROYECTO HIDRÁULICO**

- 01.1 Isométrico de líneas de Interconexión (Piezas)
- 01.2 Isométrico de líneas de Interconexión (Tuberías)
- 02 Perfil hidráulico

**PROYECTO DE INSTRUMENTACIÓN**

- 01 Diagrama de Tuberías e instrumentación
- 02.1 Diagrama de Flujo de Instrumentación
- 02.2 Diagrama de Flujo de Instrumentación
- 03 Cableado del sistema de Automatización y control
- 03.2 Detalles de cableado
- 04 Diagrama elemental 1
- 05 Diagrama elemental 2
- 06 Diagrama elemental 3
- 07 Diagrama elemental 4
- 08 Diagrama elemental 5
- 09 Diagrama elemental 6
- 10 Diagrama elemental 7
- 11 Diagrama elemental 8
- 12 Diagrama elemental 9
- 13 Diagrama elemental 10
- 11.1 Detalles de Instalación
- 11.2 Detalles de Instalación
- 12 DTI
- 14.1 Detalles de Instalación
- 14.2 Detalles de Instalación

**PROYECTO MECÁNICO**

- 01 Bombeo de agua filtrada a red
- 02 Bombeo de agua para retrolavado
- 03 Bombeo de agua de recirculación
- 04 Bombeo de Lodos

- Estatus final de la revisión de planos a detalle




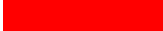
ARQUITECTÓNICOS												ELÉCTRICOS					FUNCIONALES										HIDRÁULICO		
01.1	01.2	02.1	02.2	03.1	03.2	04.1	04.2	04.3	04.4	01.1	01.2	01.3	02	03	01.1	01.2	01.3	02	03	04.1	04.2	04.3	05	01.1	01.2	02			
[Red]												[Red]					[Yellow]										[Green]		

ESTRUCTURALES																									
01.1	01.2	02.1	02.2	02.3	03.1	03.2	03.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.1	4.2	5.0	6.1	6.2	6.3	7.1	7.2	8.1	8.2	9.1	9.2	10
[Red]																									

INSTRUMENTACIÓN																MECÁNICOS							
01	02.1	02.2	03	03.2	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	11.1	11.2	12	14.1	14.2	01	02	03	04

Nomenclatura:

	Enviado a contratista con observaciones
	En revisión
	Completo
	No se recibió para revisión

- Lista de memorias de cálculo

#### MEMORIA FUNCIONAL

- 1 Cálculo de parámetros de diseño para el sistema de tratamiento
  - 1.1 Filtro Y
  - 1.2 Filtro a presión
  - 1.3 Gasto y volumen de retrolavado
  - 1.4 Dosificaciones
  - 1.5 Sedimentador
  - 1.6 Cárcamo de lodos
  - 1.7 Tanque de almacenamiento y retrolavado
  - 1.8 Filtro prensa
- 2 Lodos
- 3 Balance
- 4 Diámetro de tuberías

#### MEMORIA HIDRÁULICA

- 1 Distribuidores
  - 1.1 Distribuidor superior con orificios
    - 1.1.1 Cálculo de número de orificios
    - 1.1.2 Cálculo de pérdidas durante el retrolavado
    - 1.1.3 Cálculo de pérdidas en la filtración
  - 1.2 Distribuidor inferior con orificios
    - 1.2.1 Cálculo de número de orificios
    - 1.2.2 Cálculo de pérdidas durante el retrolavado
    - 1.2.3 Cálculo de pérdidas en la filtración
- 2 Medios filtrantes
  - 2.1 Pérdidas de carga durante el retrolavado
  - 2.2 Pérdidas de carga durante la filtración

#### MEMORIA DE FILTRO

- 
- 1 Diseño de tanque de filtro
  - 1.1 Cálculo de espesor
    - 1.1.1 Espesor de cuerpo
    - 1.1.2 Espesor de tapa

#### **MEMORIA MECÁNICA**

- 1 Pérdidas de carga (filtración)
  - 1.1 Pérdidas por fricción en tuberías
  - 1.2 Pérdidas locales durante la filtración
  - 1.3 Pérdidas en el medio filtrante
  - 1.4 Pérdidas de carga totales durante la filtración
- 2 Bombeos
  - 2.1 Bombeo de agua de recuperación o de recirculación
  - 2.2 Bombeo de agua filtrada
  - 2.3 Bombeo de agua del pozo
- 3 Pérdidas de carga (retrolavado)
  - 3.1 Pérdidas por fricción en tuberías
  - 3.2 Pérdidas locales durante la filtración
  - 3.3 Pérdidas en el medio filtrante
  - 3.4 Pérdidas de carga totales durante la filtración
- 4 Bombas estudiadas
  - 4.1 Red
  - 4.2 Lavado
  - 4.3 Recirculación
  - 4.4 Lodos
  - 4.5 Pozo

#### **MEMORIA ELÉCTRICA**

- 1 Pozo
  - 1.1 Cálculo de circuito derivado
- 2 CCM
  - 2.1 Cálculo de circuito derivado
- 3 Transformado tipo seco
  - 3.1 Cálculo de circuito derivado
- 4 Capacidad del transformador
- 5 Cálculo del circuito principal
- 6 Cálculo del corto circuito
- 7 Cálculo del factor de potencia

#### **MEMORIA ESTRUCTURAL**

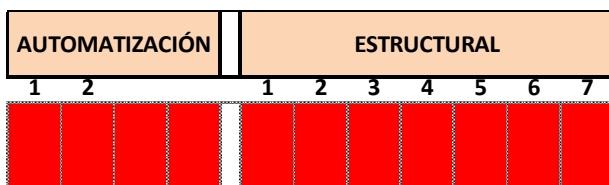
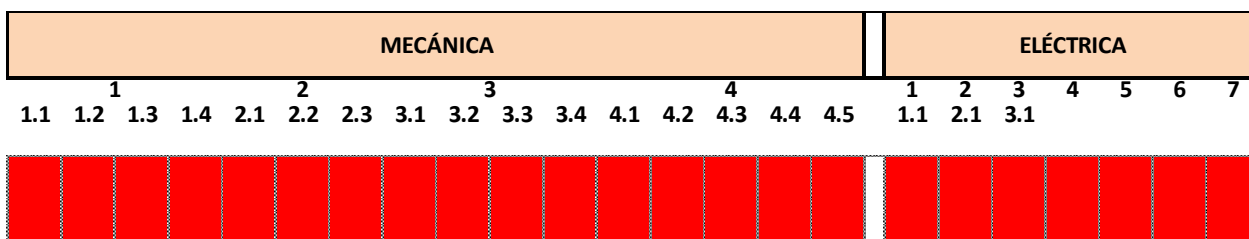
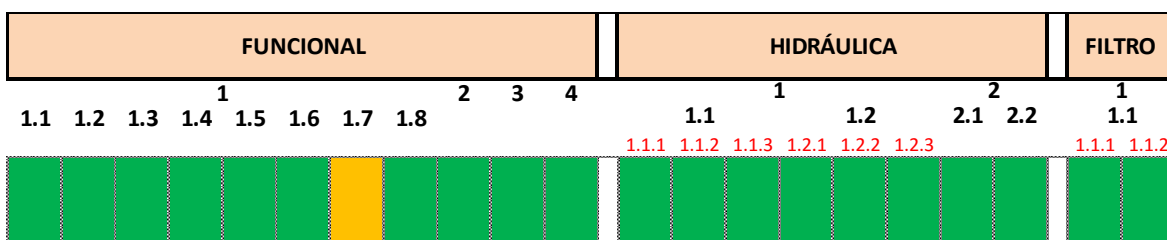
- 1 Cárcamo de lodos
- 2 Caseta de filtro prensa
- 3 Tanque de agua tratada
- 4 Losa de cimentación para filtros
- 5 Sedimentador de lodos
- 6 Caseta de dosificación, almacén y CCM

7 Barda perimetral

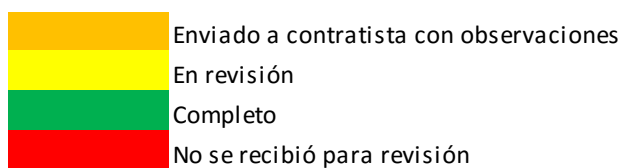
**MEMORIA AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

- 1 Conteo de puntos
- 2 Filosofía de control de operación

- Estatus final de la revisión de memorias de cálculo



Nomenclatura:



3.2.2 Visita de seguimiento a obra. Agosto 2017 – marzo 2018

A continuación, se presenta un resumen de los avances en la construcción de la planta potabilizadora para el pozo 13-A. En esta planta no se realizaron las pruebas de funcionamiento



integral debido a que la obra no estuvo concluida dentro del periodo de vigencia del Convenio de Colaboración y sus dos modificaciones, que fue hasta el 15 de marzo de 2018.

**Tabla 20. Resumen de avance en planta potabilizadora pozo 13-A**



Concepto de avance	Evidencia de avance
Imagen del terreno al inicio de los trabajos.	
Trazos para delimitar las diferentes áreas de la planta.	
Colado de losa de cimentación para filtros con armado de acero para dados de apoyo.	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Colado de losa de fondo y muros de tanque de agua filtrada (primera sección).</p>	
<p>Armado con acero de refuerzo y cimbra de muros para tanque de agua filtrada (segunda sección).</p>	
<p>Colado dados de apoyo para filtros.</p>	
<p>Colado de losa superior y aplanado exterior en caseta de dosificación de reactivos.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Armado con acero y cimbra de soportes para sedimentador.</p>	
<p>Colado de muros para tanque de agua filtrada (segunda sección).</p>	
<p>Cimbra y armado con acero de refuerzo de losa superior de tanque de agua filtrada.</p>	
<p>Suministro y anclaje de cuatro filtros a presión.</p> <p>Colado de soportes para sedimentador.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Aplanado interior y exterior en caseta de dosificación de reactivos.</p>	
<p>Levantamiento de muros en caseta para CCM, laboratorio y sanitario.</p>	
<p>Colado de losa superior en tanque de agua filtrada.</p> <p>Colocación de bombas de suministro a red y retrolavado de filtros.</p> <p>Instalación de transformador.</p>	
<p>Inicio con interconexión hidráulica entre filtros.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Suministro e instalación de arreglo de filtro canasta y mezclador estático.</p>	
<p>Suministro y anclaje de sedimentador metálico.</p>	
<p>Colado de losa superior, aplanado interno y externo en caseta para CCM, laboratorio y sanitario.</p>	
<p>Instalación de tableros de fuerza y control en caseta para CCM.</p>	

Concepto de avance	Evidencia de avance
<p>Estructura metálica para techumbre de filtro prensa.</p> <p>Suministro de filtro prensa.</p> <p>Desinstalación de transformador existente.</p>	
<p>Vista general de la planta al 15 de marzo de 2018.</p>	

---

#### **4. Informes de avance mensual**

Se elaboraron informes mensuales en el periodo de vigencia del Convenio de Colaboración SGAPDS-OCCCN-RL-16-16-FED-CC y sus dos modificaciones, que fue del 15 de marzo de 2017 al 15 de marzo de 2018. En los informes se documentaron las solicitudes técnicas recibidas por parte de las empresas constructoras, supervisión externa y residentes de obra de Conagua (OCCCN), con sus respectivas respuestas; asimismo, se documentaron las observaciones y recomendaciones realizadas por el IMTA durante los recorridos a las obras y taller de fabricación de los filtros de acero.

Los informes, y los documentos de evidencia de avance, se entregaron en versión digital e impresa al Ing. Francisco Javier Ávalos Valdez, adjunto a la Dirección de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento del Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte (OCCCN).

#### **5. Un informe final**

Se elaboró el presente informe sintetizando las actividades y resultados de los servicios realizados. Se entregaron dos ejemplares impresos y sus archivos magnéticos, de acuerdo a las especificaciones institucionales de la Comisión Nacional del Agua.