



Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y
Naturales

INFORME TÉCNICO FINAL – PRÁCTICA SUPERVISADA

**Evaluación de la Dirección Técnica,
en la ejecución de un proyecto de obra**

Autor: López, César Alberto

Tutor: Ing. Arranz, Pablo

Supervisor Externo: Ing. Hillman, Gerardo

Julio 2017

AGRADECIMIENTOS

Es muy difícil enumerar en estas líneas a tanta gente que me alentó y no dejó que claudicara...

Muchísimos años de intentarlo y hoy llegan a su final.

Es por eso que, en mi familia y amigos, quiero resumir este agradecimiento.

A Mi Esposa, que nunca dejó de apoyarme y darme fuerzas. Sos increíble!!

Mis Padres y Hermanas con su acompañamiento siempre.

A todo el resto de la familia, pendientes a cada momento.

Mis amigos y compañeros de estudios que me ayudaron y acompañaron.

Y por último y tan importantes, a mis hijos Agustín, Santiago y Martina que fueron y son el motor para seguir adelante.

RESUMEN

En el siguiente informe, se describen las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de una obra civil, en el marco de la Asignatura “Práctica Supervisada” de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Se presentan los trabajos realizados en dicha Obra, donde se desempeñaron tareas de Evaluación de la Gestión y Dirección Técnica y Administrativa del Proyecto de Reconstrucción de Planta de Tratamiento de Efluentes Industriales, ubicada en la localidad de Colonia Caroya, Provincia de Córdoba. En la introducción del informe, en el capítulo I, se amplían datos de la Obra propiamente dicha.

En este informe, se hace especial foco en los aspectos y procesos administrativos del proyecto, los procedimientos y las técnicas constructivas que se utilizaron, los materiales y organización de la obra comprendidos en los rubros que se ejecutaron durante el desarrollo de la Práctica Supervisada.

La información se muestra organizada en capítulos, donde el primero de ellos comprende la introducción con la descripción de los aspectos alcanzados por la PS, sus objetivos y el plan de actividades que se realizaron durante la Práctica. También se formaliza una presentación de la empresa en donde se ejecutaron las tareas y el rol desempeñado en la misma por el alumno.

En los restantes capítulos, se continúa con el desarrollo del trabajo, enumerando en cada uno de ellos, las actividades que se efectuaron.

Así, se encuentra en el segundo apartado, una presentación de la obra, comenzando con una descripción general de la misma y luego detallando cada uno de los ítems que se consumaron y que fueron objeto de esta práctica.

El tercer capítulo, muestra el Estudio del Proyecto elaborado en gabinete de manera completa, con un análisis del Pliego General y del Pliego de Especificaciones Técnicas, planos, cotizaciones, planillas de certificación, con la finalidad de identificar y evaluar las particularidades que se presentaron y observar las incoherencias, errores y apuntes insuficientes e innecesarios y el registro de esta información en la Planilla de Hallazgos.

En el cuarto capítulo se despliega el trabajo de campo mostrando los controles realizados sobre las tareas preliminares de la obra, las normas de seguridad, los ensayos de suelos, las excavaciones y rellenos de terreno; también las inspecciones de obras de ejecución de Estructuras de Hormigón Armado, los cronogramas de avance de obra, cómputos métricos y certificaciones.

En el quinto capítulo se expone como se realizó el proceso de confección del Informe de Hallazgos y cuál fué su funcionalidad y utilidad, y también el resultado final que se desprendió de esos hallazgos, con la interpretación de los mismos.

Finalmente, en el Capítulo 6 se describen las Conclusiones y se realiza una evaluación del trabajo realizado teniendo en cuenta los objetivos planteados, y una valoración de lo aprendido en la Facultad, comparándolo con la experiencia en la realidad. También se adjunta la bibliografía empleada y el Anexo con el material que complementa la información de cada capítulo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| Agradecimientos | 1 |
| Resumen | 2 |
| Índice General | 3 |
| Índice de Figuras | 5 |
| Índice de Tablas | 7 |
| 1. Introducción | 8 |
| 1.1. Concepto de Práctica Supervisada. Generalidades | 8 |
| 1.2. Objetivos de la Práctica Supervisada | 8 |
| 1.2.1. Objetivo General | 8 |
| 1.2.2. Objetivos Particulares | 8 |
| 1.3. Plan de Actividades | 9 |
| 1.4. La Empresa | 10 |
| 1.5. Descripción del puesto | 10 |
| 2. La Obra | 12 |
| 2.1. Descripción de la obra. Generalidades, descripción y ubicación | 12 |
| 2.2. Tareas preliminares | 15 |
| 2.2.1. Las normas de seguridad | 16 |
| 2.3. Movimiento de Suelos | 17 |
| 2.3.1. Generalidades | 17 |
| 2.3.2. Replanteo | 18 |
| 2.3.3. Excavaciones de terreno | 20 |
| 2.3.4. Rellenos de terreno | 22 |
| 2.3.5. Compactación | 24 |
| 2.3.6. Instrumental topográfico, maquinaria y equipos a utilizar | 25 |
| 2.3.7. Ensayos de suelos | 25 |
| 2.4. Estructuras de Hormigón Armado | 26 |
| 3. Estudio de Proyecto | 34 |
| 3.1. El Proyecto Licitatorio. Cotizaciones. Selección de propuestas | 34 |
| 3.2. Documentación Técnica. Planos e Informes | 35 |
| 3.3. Pliego de Condiciones y Pliego de Especificaciones Técnicas | 36 |
| 3.4. Cronogramas | 37 |
| 3.5. Certificaciones | 38 |
| 3.6. Planilla de Hallazgos | 39 |
| 3.6.1. Registros en Estudio de Proyecto | 39 |
| 3.6.2. Ítems a revisar en obra | 40 |
| 3.6.3. Planillas de Registro para Trabajo de Campo. Anexo mediciones | 43 |
| 4. Trabajo de Campo | 45 |
| 4.1. Controles e Inspecciones Generales | 45 |
| 4.1.1. Tareas preliminares de obra | 45 |
| 4.1.2. Normas de seguridad | 50 |
| 4.1.3. Limpieza y replanteo, excavaciones, rellenos de terreno y compactación | 53 |
| 4.1.4. Instrumental, maquinaria y equipos. Ensayos de suelos | 62 |
| 4.1.5. Obras de ejecución de Estructuras de Hormigón Armado | 66 |
| 4.1.6. Cronogramas de avance de obra, cómputos métricos y certificaciones | 73 |
| 5. Informe de Hallazgos..... | 77 |
| 5.1. Recopilación de información. Funcionalidad y utilidad | 77 |
| 5.2. Resumen consolidación de Hallazgos | 80 |
| 5.3. Evaluación Final | 82 |

| | |
|---|----|
| 5.3.1. Confección | 82 |
| 5.4. Interpretación de Resultados | 83 |
| 6. Conclusiones | 85 |
| Bibliografía | 88 |
| Anexos | 89 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1.1: Vista Axonométrica General de la Planta | 12 |
| Figura 2.1.2: Vista General de la Planta | 12 |
| Figura 2.1.3: Esquema de Tratamiento de Efluentes: MBBR + Barro Activado | 13 |
| Figura 2.1.4: Esquema de Planta Tratamiento de Efluentes | 14 |
| Figura 2.1.5: Ubicación geográfica de Planta Tratamiento de Efluentes | 15 |
| Figura 2.1.6: Ubicación Planta de Tratamiento de Efluentes en Complejo Industrial | 15 |
| Figura 2.3.1: Replanteo de Excavaciones | 19 |
| Figura 2.3.2: Replanteo de Barros Activados, MBBR y Digestor | 19 |
| Figura 2.3.3: Replanteo de Sala de Sopladores, Laboratorio y DAF | 19 |
| Figura 2.3.4: Replanteo de Sedimentador y Cámara de Contacto | 20 |
| Figura 2.3.5: Excavaciones bajo pavimentos o pisos | 21 |
| Figura 2.3.6: Rellenos de Excavaciones excedentes para estructuras | 22 |
| Figura 2.3.7: Rellenos entre la excavación y la estructura | 23 |
| Figura 2.4.1: Planta de estructura para Barros activados, MBBR y Digestor | 26 |
| Figura 2.4.2: Corte B-B de estructura para Barros activados, MBBR y Digestor | 27 |
| Figura 2.4.3: Secciones de Estructuras de MBBR | 27 |
| Figura 2.4.4: Planta y sección de Estructura de Sedimentador | 28 |
| Figura 2.4.5: Detalle estructural de Sedimentador | 28 |
| Figura 3.1.1: Presupuestos para Cotización de Obra | 34 |
| Figura 3.2.1: Modelo de carátula de Informe Técnico | 36 |
| Figura 3.4.1: Cronograma base | 37 |
| Figura 3.4.2: Cronograma de obra..... | 37 |
| Figura 3.4.3: Planilla de precipitaciones | 38 |
| Figura 3.6.1: Planilla de Hallazgos para Estudio de Proyecto | 40 |
| Figura 3.6.2: Ítems de mayor impacto económico en el presupuesto total de la Obra | 41 |
| Figura 3.6.3: Ítems de mayor impacto económico, componentes del Rubro Estructuras de Hormigón | 41 |
| Figura 3.6.4: Ítems de mayor impacto económico, componentes del Rubro Movimiento de Suelos | 42 |
| Figura 3.6.5: Ítems de mayor impacto económico, componentes del Rubro Tareas Preliminares | 42 |
| Figura 3.6.6: Planilla de Hallazgos para Trabajo de Campo | 43 |
| Figura 3.6.7: Planilla Registro Anexo de Mediciones | 44 |
| Figura 4.1.1: Obrador – Oficina | 46 |
| Figura 4.1.2: Obrador – Herramientas y Equipo | 46 |
| Figura 4.1.3: Demarcación de sector de Obra | 46 |
| Figura 4.1.4: Sector de acopio de materiales y equipos | 47 |
| Figura 4.1.5: Sector de acopio de material | 47 |
| Figura 4.1.6: Sector cubierto de acopio de material | 47 |
| Figura 4.1.7: Cerco de obra tipo rejilla | 48 |
| Figura 4.1.8: Cerco de obra tipo rejilla | 48 |
| Figura 4.1.9: Cerco de sector oeste en mal estado de conservación | 48 |
| Figura 4.1.10: Colocación de señales visibles de precaución | 49 |
| Figura 4.1.11: Limpieza y nivelación del terreno | 49 |
| Figura 4.1.12: Construcción de zanjas y canal de desagüe | 50 |
| Figura 4.1.13: Uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP) | 51 |
| Figura 4.1.14: Uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP) | 51 |
| Figura 4.1.15: Orden en pañol y comedor para Prevención de accidentes | 52 |
| Figura 4.1.16: Prevención de accidentes a través del orden y limpieza en obra | 52 |
| Figura 4.1.17: Desmalezamiento y destronque | 53 |
| Figura 4.1.18: Desmalezamiento y destronque | 53 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.1.18 bis: Eliminación de manto vegetal | 54 |
| Figura 4.1.19: Punto fijo altimétrico exterior | 55 |
| Figura 4.1.20: Punto fijo altimétrico exterior | 55 |
| Figura 4.1.21: Puntos fijos altimétricos dentro del sector de obra | 56 |
| Figura 4.1.22: Replanteo de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digestor | 56 |
| Figura 4.1.23: Replanteo de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digestor | 57 |
| Figura 4.1.24: Excavación unificada de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digestor | 57 |
| Figura 4.1.25: Excavación unificada de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digestor | 58 |
| Figura 4.1.26: Excavación fina y perfilado de taludes | 58 |
| Figura 4.1.27: Colocación de Nylon 200 μ en taludes norte y sur | 59 |
| Figura 4.1.28: Excavación final de rampa de acceso y sedimentador | 59 |
| Figura 4.1.29: En Cámara B.A.-MBBR-D. relleno con destape granular | 60 |
| Figura 4.1.30: En Cámara B.A.-MBBR-D.: colocación de Geotextil y relleno con destape granular | 60 |
| Figura 4.1.31: En Sedimentador: relleno con destape granular | 61 |
| Figura 4.1.32: Compactación en B.A.-MBBR-D | 61 |
| Figura 4.1.33: Compactación en B.A.-MBBR-D | 62 |
| Figura 4.1.34: Compactado de sedimentador | 62 |
| Figura 4.1.35: Ensayos Proctor de referencia | 63 |
| Figura 4.1.36: Planilla de ensayo de suelo | 63 |
| Figura 4.1.37: Planilla de ensayo de suelo | 64 |
| Figura 4.1.38: Planilla con croquis de ensayos de suelo | 65 |
| Figura 4.1.39: Ejecución de ensayos | 66 |
| Figura 4.1.40: Hormigón de Limpieza, armadura y encofrado para hormigonar solera y arranque de tabique de Cámara de Reactores | 67 |
| Figura 4.1.41: Hormigón en solera y arranque de tabique de Cámara de Reactores | 67 |
| Figura 4.1.42: Encofrado EFCO para tabiques de Cámara de Reactores. Primera Etapa | 68 |
| Figura 4.1.43: Hormigonado de tabiques de Cámara de Reactores, hasta los 2.40 m de altura | 68 |
| Figura 4.1.44: Hormigonado de tabiques de Cámara de Reactores, hasta altura final | 68 |
| Figura 4.1.45: Armadura de pasarelas de Cámara de Reactores | 69 |
| Figura 4.1.46: Hormigonado parte inferior de Sedimentador | 69 |
| Figura 4.1.47: Hormigonado tabiques de Sedimentador | 69 |
| Figura 4.1.48: Hormigonado etapa final tabiques de Sedimentador y columna central | 70 |
| Figura 4.1.49: Separación excesiva de armaduras | 71 |
| Figura 4.1.50: Separación excesiva de armaduras | 71 |
| Figura 4.1.51: Planilla de Hormigón | 72 |
| Figura 4.1.52: Confección y almacenamiento de las probetas | 72 |
| Figura 4.1.53: Acopio y control de curado de probetas de H° | 73 |
| Figura 4.1.54: Planilla anexa de cómputo métrico para H° de limpieza Cámaras | 74 |
| Figura 4.1.55: Planilla anexa de cómputo métrico para H° limpieza Sedimentador | 74 |
| Figura 4.1.56: Planilla anexa de cómputo métrico para Cámara de Reactores | 75 |
| Figura 5.2.1: Planilla Resumen Consolidación de Hallazgos | 81 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 3.1.1: Porcentaje de participación de cada Rubro cotizado | 35 |
| Tabla 3.6.1: Ítems a relevar en obra | 43 |
| Tabla 5.1.1: Tabla de Hallazgos de Revisión en Gabinete | 77 |
| Tabla 5.1.2: Tabla de Hallazgos de Revisión en Campo | 78 |
| Tabla 5.3.1: Evaluación Final | 83 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CONCEPTO DE PRÁCTICA SUPERVISADA. GENERALIDADES

La Asignatura Práctica Supervisada (PS) de la carrera de Ingeniería Civil, pertenece al último semestre de la misma, dentro de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Como lo manifiesta la propia Facultad, tiene como propósito brindar al estudiante una experiencia práctica, complementaria a su formación, para favorecer su inserción en el ejercicio profesional, es decir, que el alumno pueda desempeñarse en un ámbito laboral, realizando tareas inherentes a la Ingeniería Civil para aplicar los conocimientos adquiridos durante la Carrera. Las prácticas se realizan de acuerdo a un programa de actividades, bajo la tutela de un profesional que guía y supervisa al alumno en este proceso, y debe llevarse a cabo con una carga horaria mínima de 200 horas, en entidades, empresas u organismos que deberán proveer al estudiante todas las medidas de prevención y seguridad en el desarrollo de sus labores.

La elaboración del Informe Técnico Final (ITF) completa la PS. Este trabajo constituye el marco de referencia teórico de la práctica profesional realizada, los resultados obtenidos durante el desarrollo y las conclusiones personales.

Esta PS en particular, se realizó bajo la modalidad de Pasantía No Rentada en la Empresa HM Ingeniería S.A. El Supervisor externo fue el Msc. Ing. Gerardo Hillman, quien realizó la función de verificar, guiar y aprobar las tareas realizadas por el estudiante en la empresa. Por otro lado, el desempeño como tutor externo ha sido realizado por el Ing. Pablo Arranz quien se ocupó de acompañar y supervisar al estudiante en las tareas que se relacionaron con la elaboración del presente informe.

1.2 OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA SUPERVISADA

1.2.1 Objetivo general

El Objetivo general para el desarrollo de esta Práctica Supervisada, era colaborar en la realización de la Auditoría o Evaluación de un Proyecto, estudiando y analizando la documentación y las tareas que comprenden el planeamiento y gerenciamiento del mismo; se debía relevar el cumplimiento de los programas de ejecución, las obligaciones contractuales y todos los demás documentos que sustentaban dicho proyecto, verificando la eficiencia, efectividad y economía con que se administraban los recursos en su ejecución.

1.2.2 Objetivos particulares

Particularmente se buscaba lograr:

- Comprobar la exactitud y veracidad de las certificaciones, desarrolladas durante la ejecución del Proyecto, así como la respectiva documentación de respaldo.
- Verificar el cumplimiento de los requerimientos técnicos, establecidos en los documentos contractuales que componen el Legajo de Proyecto.

- Determinar si con el manejo de los recursos asignados al Proyecto objeto de esta evaluación, se lograban ejecutar las obras de acuerdo a la legislación y normativa técnica vigente, cuidando procurar el empleo de recursos acordes con las necesidades del Proyecto y ejecutarlos según las “normas de la técnica y del arte del buen construir”

“El desafío principal a resolver con el trabajo, fue verificar que los recursos aplicados a la obra, se correspondieran con lo pactado contractualmente, en cuanto a especificaciones, calidad y cantidad se refieren.”

En lo personal, se establecieron como objetivos, que los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera crezcan y se consoliden al aplicarlos en un ámbito profesional de trabajo, interactuando con personas idóneas de distintas especialidades.

También, poder comprender las etapas y actividades en la Gestión de un Proyecto, para poder realizarlas en cualquier otro tipo de proyectos durante el ejercicio de la práctica profesional cotidiana; y concientizarse de las responsabilidades económico-sociales que generan las decisiones adoptadas en el ámbito de trabajo de un Ingeniero, y las consecuencias y beneficios que las mismas pueden generar.

1.3 PLAN DE ACTIVIDADES

Se establecieron una serie de actividades con una frecuencia y duración determinadas, para que, durante el período de desarrollo de la Práctica Supervisada, se realizaran los trabajos referentes al examen sobre la exactitud y oportunidad en la ejecución de un proyecto de obra, el cumplimiento de sus diferentes etapas, la comparación de lo ejecutado con lo contratado, a fin de comprobar que se recibieran las obras en condiciones técnicas confiables y dentro del tiempo establecido.

El Plan de Actividades con las tareas que se realizaron para el Proyecto en cuestión, comprendieron tres etapas bien definidas.

La Primera de ellas fue el Estudio del Proyecto, donde se realizaron actividades como:

- Análisis general de la obra y su organización.
- Análisis de las etapas del Proyecto Licitatorio, de los Pliegos Generales y de Especificaciones Técnicas (PET).
- Revisión de las especificaciones de diseño (documentación gráfica).
- Examen de especificaciones de costos y evaluación de cotizaciones, para ejecutar la comparativa y la selección de la propuesta más conveniente.
- Análisis del plan de avance de obra y elaboración de cronogramas detallados.
- Certificaciones mensuales de obra, con sus planillas de cálculo y mediciones.

La Segunda Etapa del Plan, consistía en el desarrollo del trabajo de campo, donde se llevaban a cabo actividades relacionadas al Control de obra y revisiones de tareas en distintos rubros tales como:

- Tareas Preliminares, donde allí se desarrollaban las Instalaciones de la obra en general, los aspectos relacionados al personal interviniente, la ubicación y necesidad de equipos y el replanteo para dar inicio a los trabajos.
- Cumplimiento de Normas de Seguridad e Higiene: inspecciones periódicas para el normal desarrollo de las tareas.
- Ensayos de suelos con identificación de desvíos y acciones correctivas.
- Excavaciones y rellenos de terreno.

- Inspección de Obras de ejecución de Estructuras de Hormigón Armado para la construcción de sectores de la planta tales como el Sedimentador y MBBR (Moving Bed Biological Reactor).
- Contrastación de cronograma de Gantt vs avance real de obra.
- Computo métrico y certificación de Obra. Aquí se realizaban las mediciones de los rubros ejecutados y se revisaban las planillas de certificación.

Para concluir el plan de actividades, se realizó la Tercera Etapa que consistía en la confección del Informe de Hallazgos y para ello, se ejecutaron tareas tales como:

- Recopilación de la información relevada.
- Confección de planillas de incidentes.
- Procesamiento, Análisis y Evaluación de los datos de Hallazgos encontrados.
- Interpretación de los resultados de la evaluación.
- Revisión posterior del proyecto.

Como se puede apreciar, las tareas se dividieron en tres fases generales. La primera referida al estudio del proyecto; la segunda referida a tareas relacionadas con la ejecución y dirección técnica en obra, y la última fase que correspondía al informe de Hallazgos, tomando los rubros mencionados anteriormente.

1.4 LA EMPRESA

La Empresa en la que se realizó la PS, está ubicada en calle Rufino Cuervo 1085 Of. 9, del Barrio Las Rosas, en la Ciudad de Córdoba, Argentina, y la razón social de la misma es "HM Ingeniería S.A."

Su principal actividad es el desarrollo de Ingeniería de Proyectos. También ofrece diferentes servicios como la Supervisión de Obras Civiles y el desarrollo de Obras Civiles en General tanto como proyectistas, con la dirección y/o construcción propiamente dicha.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Esta Práctica se desarrolló combinando las tareas de gabinete con el propio trabajo en la obra, observando y relevando la información necesaria para cumplir con los objetivos de esta Experiencia.

Supervisado directamente por mi Tutor, el Msc. Ing. Gerardo Hillman, mis tareas consistieron en realizar la revisión de todos y cada uno de los puntos de los Pliegos, tanto Generales de Condiciones como Particulares de Especificaciones Técnicas, para posteriormente, poder evaluar la realización de los mismos tanto en su parte administrativa como en obra, y elaborar un informe de hallazgos que permita calificar la gestión de dicho proyecto.

Contando para ello con el apoyo de todo el Departamento de Ingeniería que la empresa posee dentro de su organización, el cuál dedica principalmente sus actividades a la gestión de los proyectos de ingeniería, todas estas tareas pudieron realizarse con mayor simplicidad y pericia.

Fue necesaria la confección de planillas elaboradas para tal fin, la realización del control de seguimiento del avance de obra contrastando los resultados con el plan de avance del proyecto, y la tabulación de los resultados.

Se pretendió identificar cada uno de los desvíos tanto en su aspecto administrativo como en su faceta técnica en cuanto al respeto por las reglas del buen arte, para luego analizar la causa raíz y proponer soluciones para mejorar dichos desvíos.

Los relevamientos y registros surgieron al momento de corroborar en la realidad, a través de la observación, la información volcada en la documentación técnica.

Por la magnitud del proyecto y su tiempo de ejecución, sólo fue posible abarcar en el período de realización de la Práctica, algunos aspectos de él.

Es por eso, que este informe en su trabajo de campo, sólo se enfoca en los siguientes atributos del Proyecto, que se agrupan como:

- Control de Obra, incluyendo en este, los Ítems de Tareas Preliminares (tales como Instalación de equipos y personal en obra, Replanteo, Cumplimiento de Normas de Seguridad e Higiene, Ensayos de suelos- identificación de desvíos) y Movimiento de Suelo donde se analizan las Excavaciones y rellenos de terreno
- Inspección de Obras de ejecución de Estructuras de Hormigón Armado, específicamente los Ítems relacionados al Sedimentador y MBBR (Moving Bed Biological Reactor)
- Contratación de cronograma de Gantt vs avance real de obra
- Computo métrico y certificación de Obra.

Sin lugar a duda, la ejecución de estas tareas durante el desarrollo de la Práctica Supervisada fue sumamente desafiante por el hecho de requerir la aplicación de conocimientos aprendidos mediante la formación académica, a la vez que demandaba gestión, organización y apertura para absorber nuevos o desconocidos procedimientos, métodos y técnicas.

2. LA OBRA

2.1 DESCRIPCIÓN, GENERALIDADES Y UBICACIÓN

La Obra de Ingeniería correspondía a un proyecto privado destinado a satisfacer las necesidades de una Industria, en lo que se refiere al tratamiento de efluentes, donde actuaba la Empresa HM Ingeniería S.A. como proyectista y encargada de la Dirección Técnica de la misma.

La concreción de la construcción tenía un plazo de ejecución de 240 días, dando comienzo en enero del 2017.

En la Figura 2.1.1 puede observarse una vista general axonométrica de la planta proyectada y en la Figura 2.1.2, otra vista de esta, con sus partes integrantes como por ejemplo el digestor, la sala de sopladores, cámara de barros activados, laboratorio, etc.

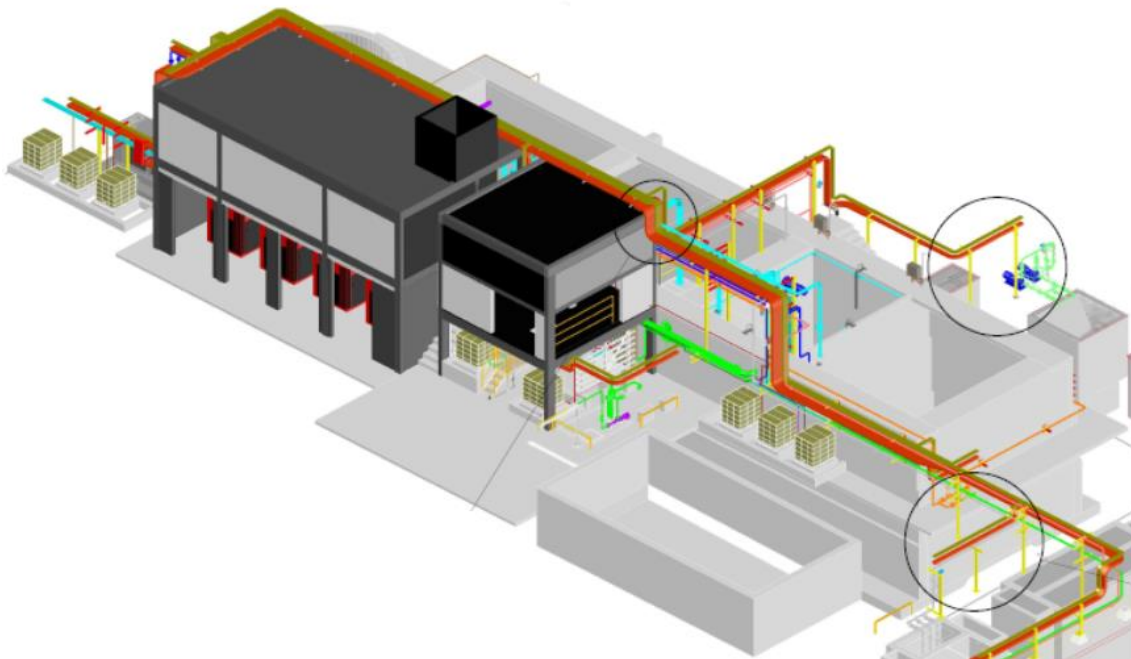


Figura 2.1.1: Vista Axonométrica General de la Planta

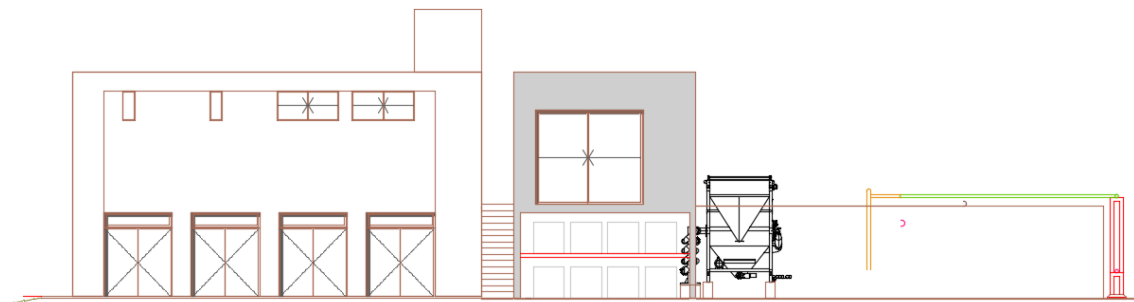


Figura 2.1.2: Vista General de la Planta

La Obra en cuestión, comprendía todas las actividades necesarias para la materialización y la puesta en funcionamiento de la **RECONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES (PTE)**.

En el diagrama de la Figura 2.1.3, se representa el circuito de efluentes.

En este circuito, vemos que ingresa el efluente crudo, compuesto tanto de efluentes cloacales como industriales, para luego continuar su camino por el Equipo DAF (Flotación de aire disuelto) donde se agregarán los químicos necesarios, pasar por el MBBR para recibir los nutrientes, lograr la aireación en la cámara, sedimentar y, por un lado, descargar los efluentes tratados y por el otro trabajar con los lodos hasta su disposición final.

El funcionamiento específico de la planta de tratamientos, escapaba al estudio que se realizaba en esta práctica, por lo que no se refleja en el informe.

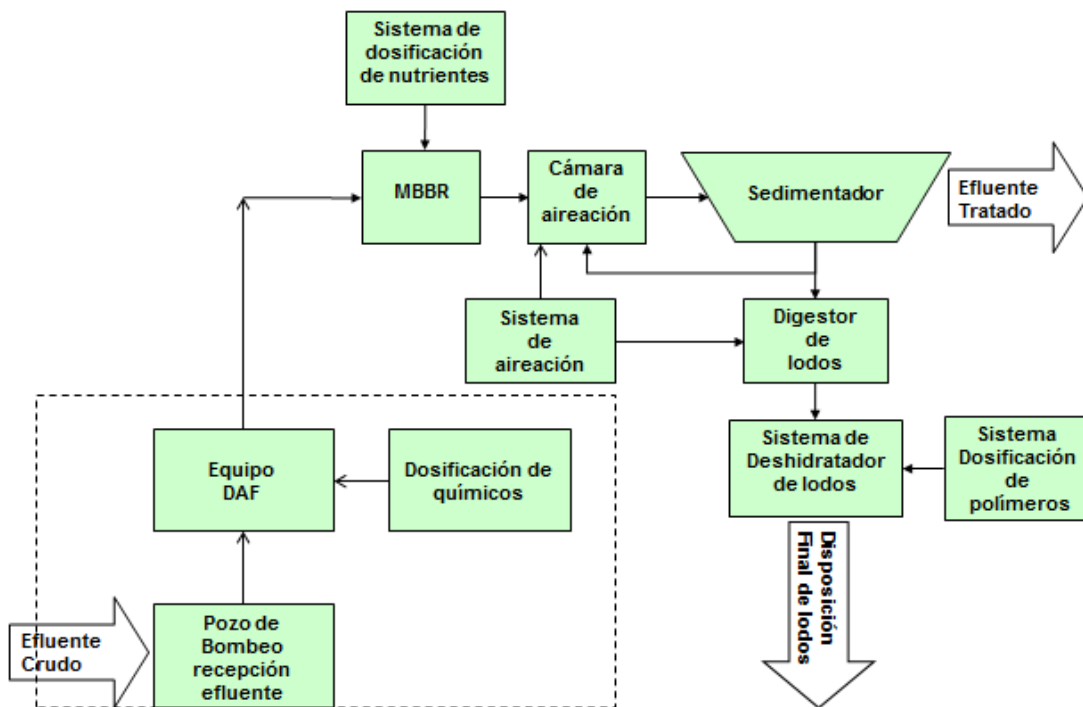


Figura 2.1.3: Esquema de Tratamiento de Efluentes: MBBR + Barro Activado

Durante el desarrollo de la construcción, se requería la provisión y/o arrendamiento tanto del **material, máquinas, aparatos, artefactos, instalaciones, combustibles, lubricantes, herramientas y equipos**, como la **mano de obra** y todo el personal necesario para su ejecución; el empleo de todos los implementos, planteles y equipos para la concreción de las obras, el alejamiento del material sobrante de las remociones y todo tipo de provisiones, trabajos o servicios necesarios para que las obras queden total y correctamente terminadas de acuerdo a su fin y a las reglas del arte de construir.

El complejo fabril existente donde se ejecutaba la obra, alojaba a la Planta Industrial y dependencias varias, contando con servicios de agua potable y electricidad.

Todos los aspectos enumerados con anterioridad formaban parte de la Evaluación de la Gestión y Dirección Técnica y Administrativa del Proyecto, pero no así, el funcionamiento específico de la planta como se consignó anteriormente.

Las actividades generales que se realizaban en la obra fueron:

Estructuras de hormigón armado, para la construcción de las piletas de MBBR (Moving Bed Biological Reactor), BARROS ACTIVADOS, DIGESTOR, SEDIMENTADOR, CÁMARA DE CLORACIÓN, CISTERNA DE LODOS y POZO DE BOMBEO DE LODOS.

Se ejecutaba un edificio de planta baja y primer piso, destinado a SALA DE SOPLADORES, LABORATORIO Y SALA DE TABLEROS. El mismo, con una estructura de hormigón armado, zapatas aisladas como fundación, muros de mampostería de ladrillo cerámico revocado y losas nervuradas en una dirección.

Se readecuaban cámaras existentes (cámara digestor y cámara séptica), se colocaban cañerías enterradas con sus respectivas cámaras de inspección, y se realizaban pisos y pavimentos de hormigón de acuerdo con lo proyectado.

En el esquema inferior de la Figura 2.1.4, se observan las partes integrantes de la planta con el lay out correspondiente.

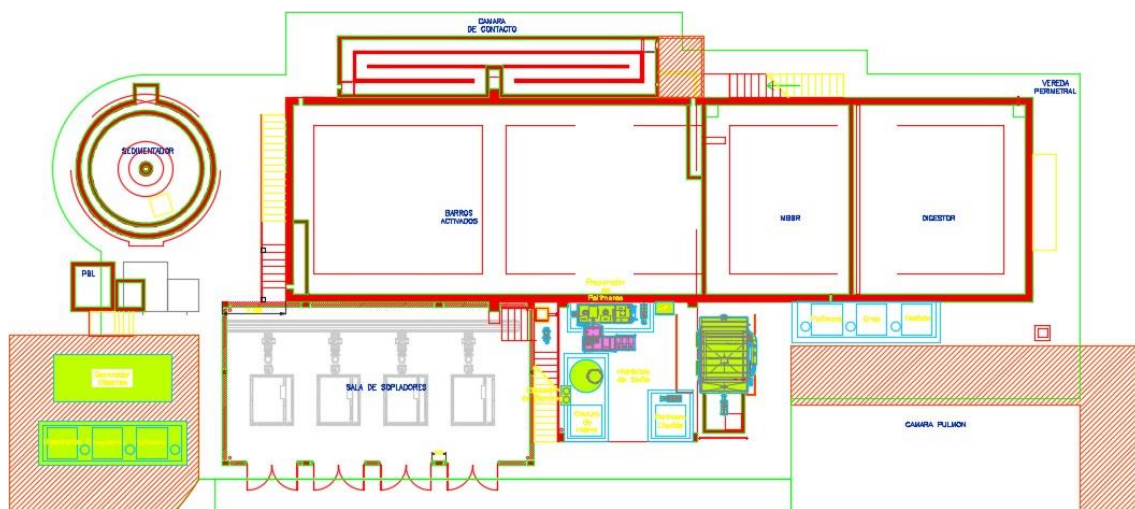


Figura 2.1.4: Esquema de Planta Tratamiento de Efluentes

Dicha Planta se encuentra dentro de un complejo Industrial, ubicado en la localidad de Colonia Caroya.

En las Figuras 2.1.5 y 2.1.6 se muestra su ubicación, dentro de la región de la Ciudad de Colonia Caroya, al norte de la provincia de Córdoba, República Argentina, en el departamento Colón, sobre el kilómetro 750 de la Ruta Nacional N.º 9.

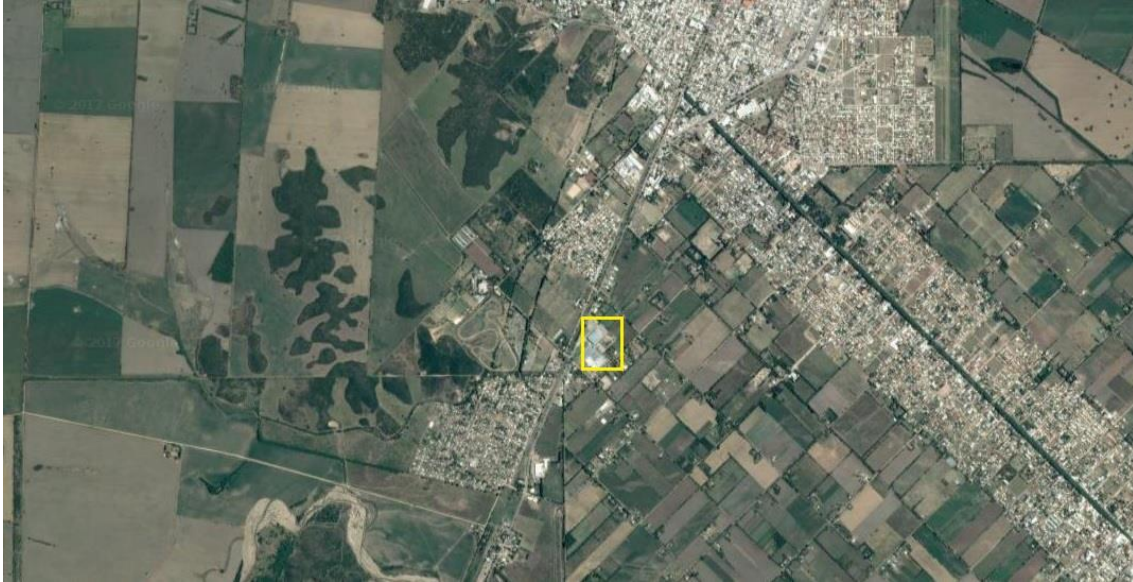


Figura 2.1.5: Ubicación geográfica de Planta Tratamiento de Efluentes



Figura 2.1.6: Ubicación Planta de Tratamiento de Efluentes en Complejo Industrial

El procedimiento de Contratación para esta obra era realizado mediante un Proceso Licitatorio en el que participaban numerosas empresas, ofreciendo un precio global por todo concepto y a su vez presentando precio unitario de todos los ítems, verificándose que el monto contratado correspondía a la mejor oferta técnico-económica.

2.2 TAREAS PRELIMINARES

Fueron necesarias la concreción de numerosas actividades previas para organizar la Obra.

Por tal motivo, se realizaban una serie de trabajos preparatorios consistentes en la construcción del obrador y la demarcación del sector que comprendía el proyecto, con espacio necesario para el acopio de materiales y equipos, el cual debía realizarse a pie de obra.

También el cercado de la zona, cuyo cerco perimetral tenía que reunir características tales que aseguraban su estabilidad y durabilidad, mientras transcurría la construcción. El diseño aprobado comprendía el empleo de materiales plásticos (no excluyentes), utilizando cerco tipo rejilla de PVC de 1,00m de altura, que se separaba 0,30m del piso, logrando así una altura total de 1,30m, sustentada con puntales de madera de 2"x2" cada 3,00 m.

Otra de las tareas preliminares consistía en la provisión y colocación de señales visibles de precaución.

A los efectos del replanteo, otra actividad que se concretaba era la limpieza y emparejado del terreno que ocupaba la construcción, de manera de no entorpecer el desarrollo de la obra.

Se ejecutaba, con anterioridad al trabajo de movimiento de suelos, un canal de desagüe de carácter provisorio, con pendiente suficiente para garantizar el drenaje del agua fuera de la zona de obra. También la construcción de zanjas y el uso de equipos necesarios para el desagote de los puntos más bajos de la obra, de modo que se evitaran acumulaciones de agua por tiempos prolongados (lapso no mayor a 24hs) y erosiones de la superficie.

2.2.1 Las normas de seguridad

En este apartado, nos referimos a todas las medidas que debían ser ejecutadas con el fin de llevar adelante la estricta Aplicación de la Ley de Higiene y Seguridad.

Durante la producción de la obra se correspondían observar y hacer cumplir en todas las etapas y en todos los frentes de trabajo, las Leyes de Seguridad e Higiene en el Trabajo N°19587 y su Decreto Reglamentario 351/79, el decreto 911/96 como así también la Resolución N°1069/91 de Salud y Seguridad en la Construcción.

Era exigencia, cumplir con las resoluciones de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo y con todas las leyes, normas, reglamentos y cualquier otra disposición legal, federal, provincial, municipal o dictada por autoridad competente que sea aplicable.

Se realizaba un Programa de Prevención, que incluía pautas para la Capacitación del personal y el control para el cumplimiento de dicho Programa.

También se establecían requerimientos para Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, Reglamento Interno y organización de Servicio de Medicina e Higiene y Seguridad del Trabajo.

La realización de una Ronda de Seguridad con frecuencia diaria, era lo que debía permitir verificar las tareas a ejecutar en el día y las medidas de seguridad correspondientes. En dicha reunión, debían intervenir obligatoriamente el Director Técnico-Inspector de Obra, el Inspector de Seguridad de la obra, el Responsable de

Higiene y Seguridad de la Contratista y dejaban asentados por escrito en una planilla de actividades diarias los temas tratados en esta reunión.

El personal debía contar con las Pólizas de Seguro de Vida Obligatorio y de Seguro contra accidentes de trabajo.

Con respecto a la provisión de Elementos de protección personal (EPP), se establecía como obligación por parte del Contratista.

El uso de los EPP también tenía el carácter de obligatorio por parte de todo el personal. Se exigía:

- Protección del cráneo (Casco de Seguridad Tipo 1 – Clase B, según IRAM N°3620).
- Protección auditiva con Tapones intraurales o auriculares.
- Protección de ojos según necesidad (pudiendo ser anteojos de seguridad, protección facial de acrílico, antiparras para soldadura autógena y/o careta para soldadura eléctrica).
- Protección de Vías respiratorias con Semi-máscaras descartables o bien con filtros químicos según tipo de riesgo.
- Manos según necesidad, con guantes tejidos o de loneta, cuero descarnado o PVC entelado.
- Protección de Tronco con delantal (cuero o PVC), campera de cuero, traje plástico antiácido.
- Protección en Pies con Zapato de Seguridad con puntera de acero o botas de goma.
- Protección contra caídas donde se exigía el uso de cinturones de Seguridad Tipo IRAM 3 o 4, cuando se deba trabajar a más de 2,50m de desnivel.

Con respecto a Máquinas y herramientas eléctricas, se exigía conexión de descarga a tierra con tablero de obra.

La PREVENCIÓN DE ACCIDENTES era responsabilidad directa y exclusiva de la empresa, por lo que debía adoptar y extremar todos los recaudos tendientes a asegurar la prevención de estos y estaba obligada a mantener el orden y la limpieza en todo momento en las áreas de obrador y obra, para contribuir a dicha prevención.

2.3 MOVIMIENTO DE SUELOS

2.3.1 Generalidades

En la presente sección, se realiza una descripción de todas las tareas que se ejecutaban con respecto al Movimiento de Suelos de la Obra, y más específicamente, con las Excavaciones y los Rellenos de terreno.

Las primeras actividades estaban referidas al desmalezamiento, destronque y limpieza del terreno dentro de los límites de la superficie destinada a la ejecución de las obras y la preservación de los árboles y la cobertura vegetal en los sectores no intervenidos para la construcción.

El suelo vegetal apto para utilizar como recubrimiento se debía acopiar en un lugar adecuado dentro del predio de la obra, hasta su posterior utilización. Esta remoción,

correspondía realizarla hasta una profundidad que garantice la eliminación de todo indicio de material vegetal.

Posteriormente, se procedía a ejecutar las excavaciones y terraplenes pertinentes para poder concretar la realización de las construcciones, y finalizadas las mismas, cubrir con suelo seleccionado hasta los niveles establecidos en los planos.

El Movimiento de Suelos, también comprendía la carga, transporte y descarga del producto de la limpieza que no se utilizaban en parte alguna de la obra, en donde podía ser depositado el suelo sobrante de las excavaciones, dentro de los terrenos, y sin que los rellenos afecten a la ejecución de las obras de segunda etapa.

Todo el material de residuo correspondía que sea entregado en depósitos municipales o enterramientos habilitados para su tratamiento.

Los equipos utilizados debían estar acordes a las características de los trabajos, el ritmo de ejecución previsto y las exigencias de las condiciones locales.

2.3.2 Replanteo

Se ejecutaba conforme a los planos respectivos y, para asegurar la exactitud de los trabajos, previo a la iniciación de las excavaciones y al trazado de las obras, se tomaba como referencia altimétrica la construcción de un punto fijo exterior al edificio, el que se mantuvo inamovible como referencia durante todo el tiempo que se realizaban los trabajos.

A partir de él, se materializaban distintos puntos fijos dentro del sector de obra para replantear cada una de las excavaciones.

Planimétricamente se marcaban las excavaciones dentro de una tolerancia de ± 1 cm y altimétricamente, hasta las cotas indicadas en los planos ± 1 cm. El terraplenamiento se construía con tolerancia ± 1 cm.

En las figuras siguientes, se pueden observar los planos con los que se realizaban los replanteos, donde la Figura 2.3.1 pertenece a la excavación principal de la Planta de Tratamientos y la Figura 2.3.2 corresponde al replanteo del sector de Barros activados, MBBR y Digestor. Para la Sala de Sopladores, DAF y Laboratorio se utilizaba el plano que se observa en la Figura 2.3.3, en tanto que en la Figura 2.3.4 vemos el Sedimentador y la Cámara de Contacto.

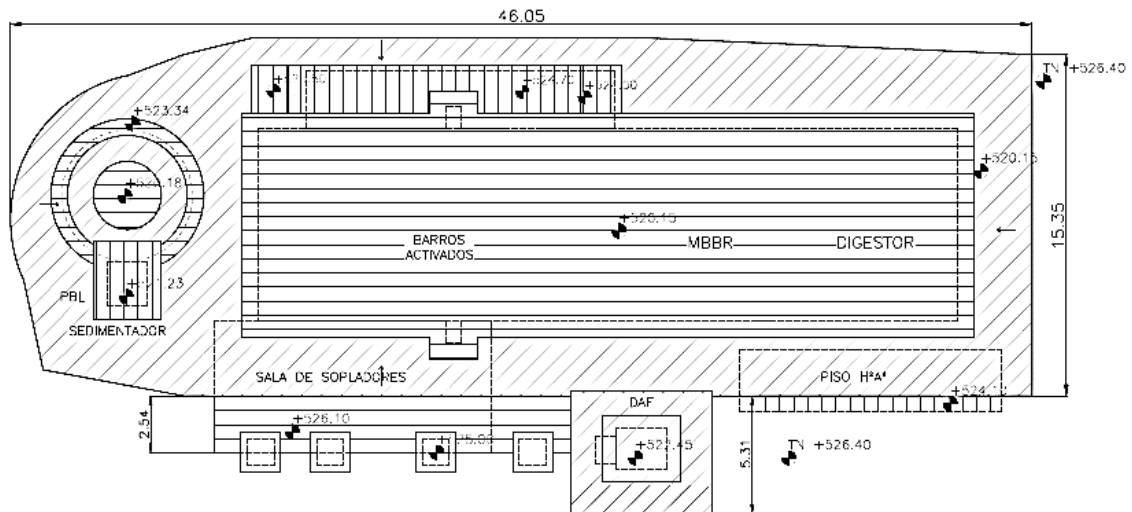


Figura 2.3.1: Replanteo de Excavaciones

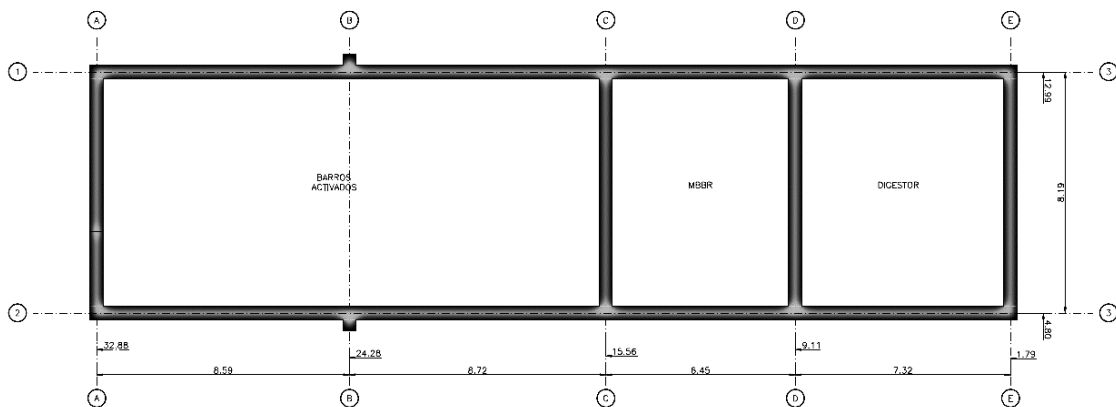


Figura 2.3.2: Replanteo de Barros Activados, MBBR y Digestor

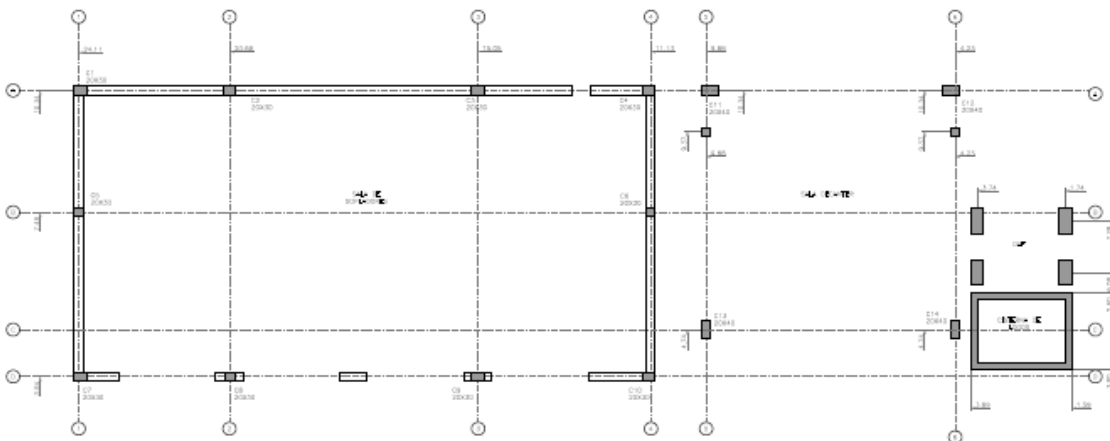


Figura 2.3.3: Replanteo de Sala de Sopladores, Laboratorio y DAF

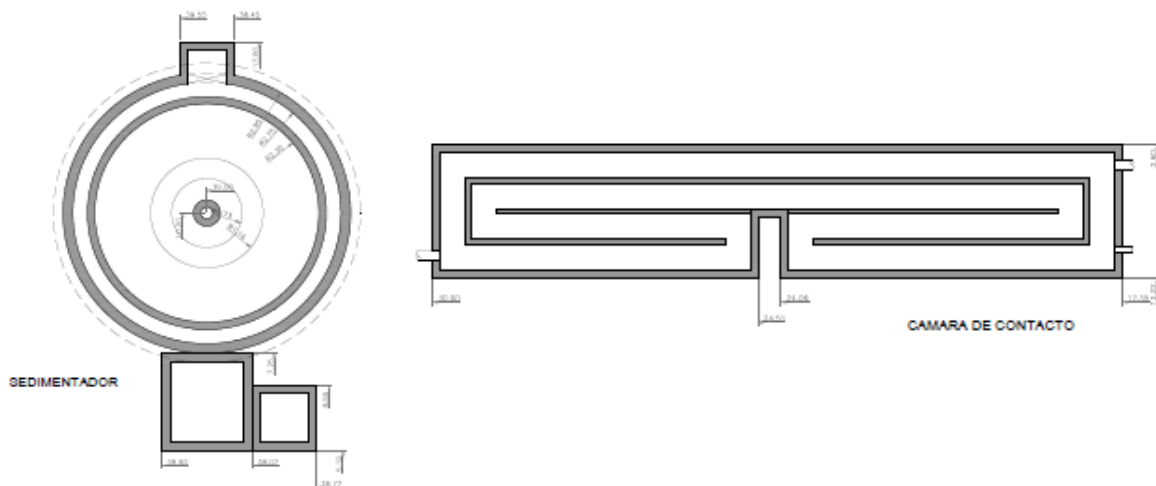


Figura 2.3.4: Replanteo de Sedimentador y Cámara de Contacto

2.3.3 Excavaciones de Terreno

Este ítem comprendía la excavación en cualquier tipo de terreno y a cualquier profundidad, para las distintas unidades componentes de la obra y que son necesarias realizar para llegar a la cota de terreno final del proyecto.

Para los trabajos de excavación, se tenía que aprobar el programa de ejecución, que incluía:

- equipos de excavación a emplear.
- secuencia de los trabajos a realizar.
- verificación de estabilidad de las excavaciones

Se debían ajustar los valores de cotas hasta alcanzar los de proyecto, agregando o eliminado material.

El volumen de excavación se calculaba considerando la diferencia entre el nivel del terreno natural y el fondo de la estructura. Para computarlo, se consideraba el volumen desplazado por la estructura teniendo en cuenta las distintas pendientes de fondo y los espacios y recintos que forman parte del sector de la obra que se estaba computando.

Dentro de la variedad de excavaciones realizadas, podemos encontrar aquellas necesarias para:

- colocación de cañerías,
- terrenos ubicados bajo pavimentos o pisos,
- cámaras o celdas de la planta,
- canales,
- fundaciones de cada sector.

Para cañerías, se realizaban a fin de alojar los conductos enterrados que incluían en el proyecto. Las cañerías estaban protegidas inferiormente por una cama de arena de espesor de 10cm y superiormente por cinta de protección o malla de advertencia de PVC.

Aquellas excavaciones que se realizaban bajo pavimentos o pisos, se ejecutaban según las cotas y dimensiones fijadas en los planos correspondientes como muestra la Figura 2.3.5, y el tratamiento típico para dichas excavaciones a saber, era: se excavaba según planos, escarificaba y compactaba el fondo de excavación al 95% Proctor T99 y luego se rellenaba con Relleno Tipo 1 o Tipo 3 (Los ítems referidos a rellenos serán tratados en el apartado correspondiente).

En las excavaciones para cámaras, se ejecutaban ajustándose a las cotas y dimensiones fijadas en los planos correspondientes, y en función al estudio de suelos realizado. Correspondía escarificar y compactar el fondo de excavación al 95% Proctor T99.

Con respecto a la excavación para canales, esta comprendía el perfilado del canal hasta la cota determinada y con el perfil indicado en los planos y la excavación para fundaciones, se ejecutaban para fundar las estructuras (pilotes, cabezales, vigas riostras, etc.) ajustándose a las cotas y dimensiones fijadas en los planos correspondientes, y en función al estudio de suelos realizado. La calidad del terreno de fundación era verificada por la Inspección Técnica y se obligaba a realizar el escarificado y compactación de fondo de excavación al 95% Proctor T99.

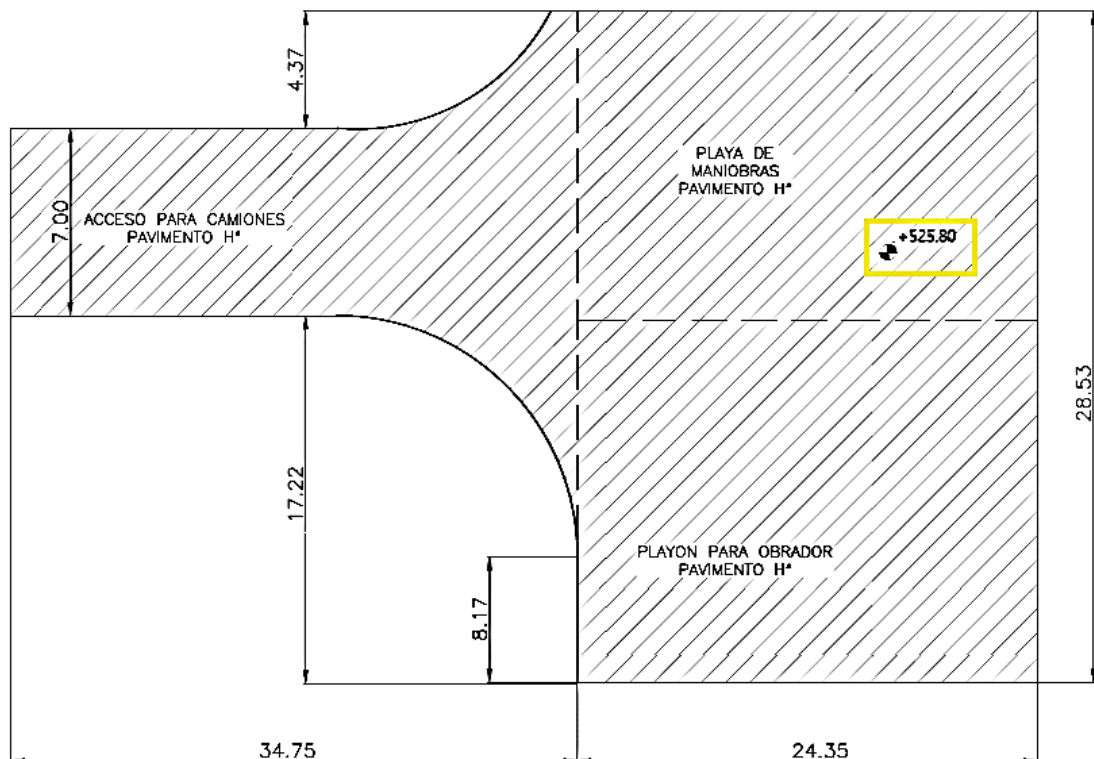


Figura 2.3.5: Excavaciones bajo pavimentos o pisos

En los sectores indicados en planos, como por ejemplo en la calle de acceso, se realizaba un enripiado. El mismo se ejecutaba de la siguiente manera:

Se retiraba una capa de 20cm de suelo vegetal, luego se escarificaba y compactaba el fondo de excavación al 95% del Proctor T99 y después se colocaba una capa superior

de enripiado, formado por piedra 6-19, de espesor 10cm, compactado hasta lograr una densidad mínima de 2.25t/m³.

Las obras se construían con las excavaciones en seco, debiendo adoptarse todas las precauciones y ejecutar los trabajos concurrentes a ese fin. Para la defensa contra avenidas de aguas superficiales, se realizaba abatimiento de napa y se construían ataguías y contenciones, según era necesario.

Los trabajos tales como la colocación de entibados y tablestacados, azotado con mortero cementicio para mantener humedad del frente de excavación, bombeo para depresión de napa, etc., tenían que ser programados de tal forma, que las áreas excavadas tengan una mínima exposición a las condiciones climatológicas.

El depósito de la tierra y los materiales extraídos de las excavaciones que iban a emplearse en ulteriores rellenos, fueron transportados y depositados en lugares provisorios, cercanos a las zonas de trabajo. Y aquellos que no se utilizaban en parte alguna de la obra, debían cargarse, transportarse y descargarse en los depósitos definitivos dispuestos para dichos productos de excavación. La medición de la excavación y del relleno se realizaba por unidad de volumen (m³).

Con respecto a los equipos utilizados, correspondía disponerse aquellos que fueron necesarios y específicos para ejecutar las excavaciones de cada unidad con la precisión, rapidez y calidad correspondientes. A tales efectos, se disponía de retroexcavadora, pala cargadora frontal, minicargadora, camiones con bateas y chasis, pala retroexcavadora, motoniveladora y compactadores de suelo (del tipo y especificación adecuada, para garantizar el cumplimiento de las condiciones de compactación).

2.3.4 Rellenos de terreno

Eran necesarias actividades de relleno de terreno, en varias situaciones durante el desarrollo de la obra.

Había que tener en cuenta las tareas que comprendían la ejecución de terraplenes, taludes internos y rellenos de las distintas unidades o sectores, hasta alcanzar las cotas indicadas en los planos.

Donde correspondía, la superficie del fondo de la excavación se escarificaba, perfilaba y compactaba. Dentro de este concepto, se incluían el relleno de las excavaciones excedentes que fueron necesarias para ejecutar las estructuras y el relleno entre la excavación y la estructura, con suelo seleccionado, hasta el nivel del terreno natural.

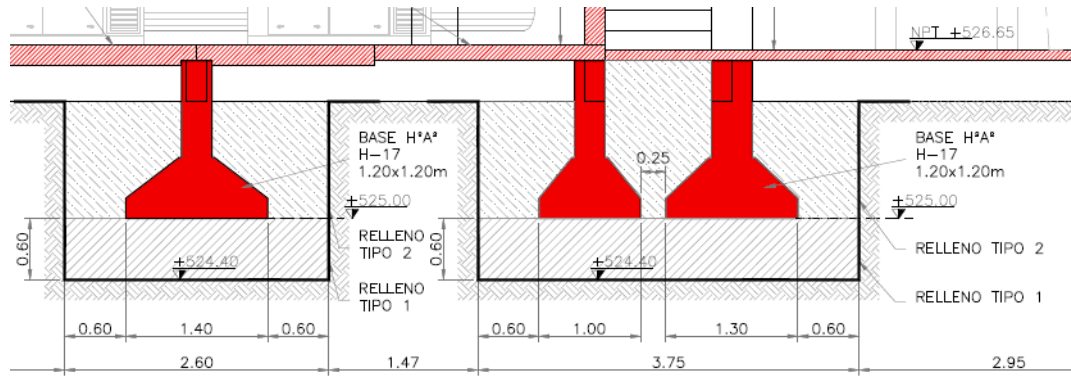


Figura 2.3.6: Rellenos de Excavaciones excedentes para estructuras

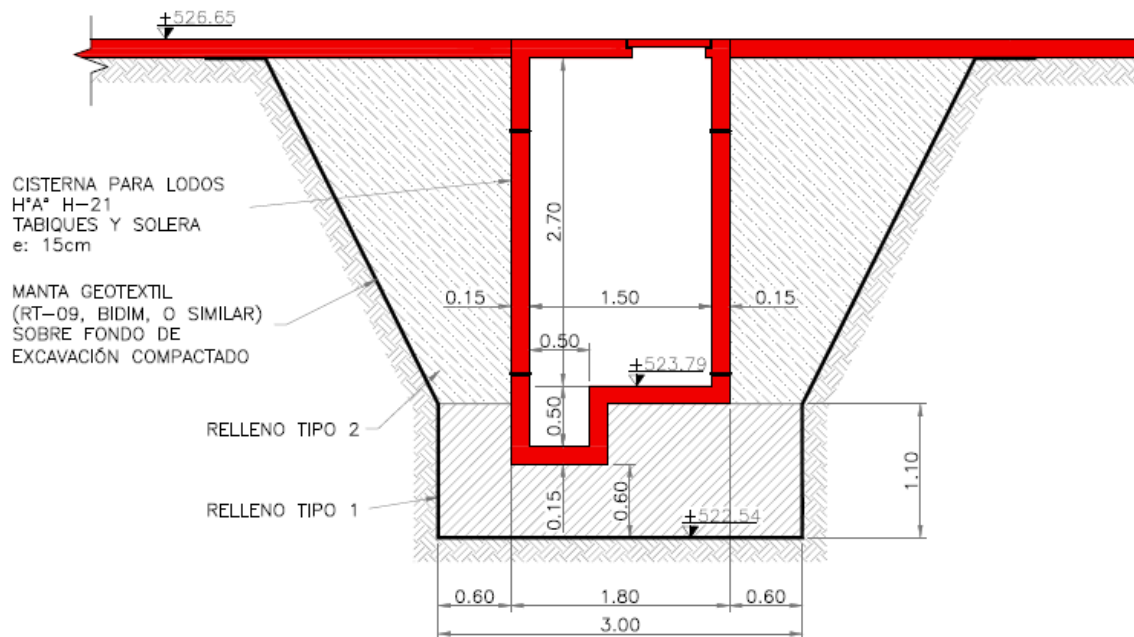


Figura 2.3.7: Rellenos entre la excavación y la estructura

Los tipos de suelos que se utilizaban en los rellenos, variaron según disponibilidad y condiciones a cumplir.

Así, se podía disponer del Suelo de excavación seleccionado (suelo que se extrajo de las excavaciones) que, para permitir su uso, debía estar libre de materia orgánica, piedras y cascotes y todos aquellos materiales y objetos que dificulten el trabajo de compactación posterior.

En caso de no contar con este suelo, o disponerse en volúmenes inferiores a los necesarios, se podía recurrir a Suelo aportado.

Este suelo que se empleaba en la construcción de los rellenos, podía provenir de cualquier explotación comercial o yacimiento existente, siempre que el material cumpla con las especificaciones. Se debía buscar el o los yacimientos que provean los suelos aptos para la construcción de terraplenes compactados. Las condiciones que debían

cumplir los materiales de relleno eran No contener un porcentaje de humedad superior a la humedad óptima de compactación (Proctor AASHTO T-99) ni ser suelos extremadamente secos que presenten dificultades para alcanzar el grado de desmenuzamiento y densidad deseados. El suelo empleado era de calidad uniforme y del tipo indicado en el proyecto sin mezcla con otros suelos de distinto tipo, y no contenía pastos, raíces y otros residuos apreciables al examen visual.

Una opción era el Material Tipo A4 (Relleno tipo 2) según la clasificación de suelos de la AASHTO.

Tenía que cumplir con ciertas condiciones de Límite líquido, Índice de plasticidad, Sales solubles totales y Sulfatos solubles. Se debía compactar el relleno al 97% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor máximo.

Cuando las opciones de materiales anteriores no eran posibles (Suelo de excavación seleccionado y/o Suelo aportado) por calidad o disponibilidad, correspondía optar por el Suelo mejorado.

Esto significaba que el suelo seleccionado empleado, cumplía con condiciones mínimas de Límite líquido, Índice de plasticidad, Sales solubles totales y Sulfatos solubles y, además, para obtener Suelo cemento (Relleno tipo 1) se le adicionaba Cemento Portland de marca reconocida, con porcentaje mínimo del 7% en peso o para obtener Suelo cal (Relleno tipo 3), se empleaba Cal de marca reconocida y el porcentaje mínimo de cal a adicionar era del 4% en peso. Se compactaba el relleno al 98% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor máximo.

La medición de los rellenos se realizaba por unidad de volumen (m³).

2.3.5 Compactación

Dentro de este ítem se incluían la compactación de las excavaciones excedentes que fueron necesarias para ejecutar las obras, hasta el nivel del terreno natural.

Las especificaciones fijaban generalmente la densidad mínima necesaria como un porcentaje de la densidad normal. Este mínimo debía alcanzarse en todo lugar. La uniformidad era de suma importancia, debiendo asegurarse aproximadamente la misma densidad en toda la zona donde se ejecutaban las estructuras.

Se utilizaban las maquinarias necesarias para obtener el grado de compactación requerido.

Se efectuaban ensayos de humedad-densidad de la subrasante y base compactadas. Si algunos de los ensayos indicaban que el contenido de humedad y la densidad requeridos no habían sido logrados, se determinaban, por observación visual o ensayos complementarios, los límites de la zona de los ensayos que no cumplían con las especificaciones, las cuales se reconstruían.

Se observaban constantemente los comportamientos del terraplén y base bajo la acción del equipo de construcción y de los rodillos para poder identificar posibles zonas débiles. Cuando se descubrían zonas blandas o que no cumplían con los requisitos de las especificaciones, se levantaban, reemplazaban y recompactaban a fin de proveer a las losas de fondo, un soporte uniforme.

2.3.6 Instrumental topográfico, maquinaria y equipos a utilizar

Correspondía tener permanentemente, todo el instrumental topográfico necesario para las tareas de replanteo, verificación de niveles, control del terraplenamiento y cómputo de la obra en ejecución.

Para tal fin, el instrumental necesario en cada caso, se iba determinando de acuerdo al carácter de las mediciones a realizar, pero no debía faltar un nivel óptico, cintas métricas, odómetro, distanciómetro, jalones, fichas, miras, mojones y las estacas correspondientes, libretas de campaña y en caso de ser posible, una estación total, que cubría con creces las necesidades de la obra.

Las excavaciones se realizaban mediante medios manuales o mecánicos. Toda la maquinaria que se usaba para las tareas de movimientos de suelos, debía ser acorde a la tarea a realizar, como así también ajustarse a los condicionantes existentes en el terreno. Los equipos asignados a las tareas de ejecución de excavaciones, terraplenes, etc. debían ser provistos en número suficiente para completar los trabajos en los plazos establecidos.

Se debía tener en cuenta la siguiente secuencia de trabajo: Inmediatamente retirado el suelo vegetal, completada la excavación hasta nivel de subrasante, compactada y escarificada esta última, se procedía a iniciar el terraplenamiento pudiéndose abrir con las premisas indicadas precedentemente, más de un frente de trabajo.

Disponer en obra de la totalidad de los equipos comprometidos desde el inicio de los trabajos, permitía evitar contratiempos y demoras relacionados a las condiciones climáticas y a los desperfectos comunes en las maquinarias.

2.3.7 Ensayos de suelos

El material era ensayado; con suficiente antelación respecto a la ejecución de los trabajos (al menos 15 días antes) se verificaban los resultados de los ensayos del material con el que se proponía construir, identificando la procedencia del material y la muestra entregada, con los siguientes ensayos:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Identificación
- Proctor Estándar T-99 ó T-180 dependiendo de la granulometría del material.

Se podían solicitar ensayos adicionales, basados en un criterio técnico si se consideraban necesarios. Se determinaba un Ente que realizaba los ensayos de control.

El ensayo Proctor se ejecutaba antes de iniciada la obra, a los efectos de determinar fehacientemente los porcentajes de compactación y grados de humedad de las capas de relleno a ejecutar. Éste, se realizaba para el suelo natural, y los distintos tipos de rellenos.

En obra se ejecutaban ensayos de control de densidad de campo por cono de arena (ASTM-D1556-64) en cada capa de material colocado y se podía disponer una mayor cantidad de ensayos de control si fuese necesario. De la totalidad de los ensayos correspondientes a una capa, se admitía que uno de ellos presente valores inferiores al exigido; la diferencia no debía superar el 5% de la densidad seca. Si el número de

ensayos era inferior a cinco, todos los valores debían ser iguales o superiores al exigido. Si no se cumplían estas exigencias, se debía escarificar la capa correspondiente y reconstituir la misma.

Se llevaba una planilla indicando fecha y lugar en obra, de realización de los ensayos y los resultados correspondientes.

Los ensayos de humedad-densidad eran efectuados en un todo de acuerdo a las NORMAS DE ENSAYOS DE VIALIDAD NACIONAL. A fin de evaluar los resultados de los ensayos de humedad y densidad de campaña, debían determinarse los valores de laboratorio, utilizando los métodos establecidos en las normas AASHO, la máxima densidad y el contenido óptimo de humedad de los diversos suelos y de los materiales usados en la obra, en la ejecución de las distintas capas que conforman el paquete estructural proyectado.

La densidad de campaña se determinaba excavando un hoyo en la capa a estudiar y extrayendo cuidadosamente el material removido. Este material se pesaba, y se sacaba una muestra representativa a fin de determinar el porcentaje de humedad. Luego, podía calcularse el peso seco del material extraído. El volumen del hoyo se determinaba mediante el Método de la Arena, cuyo peso se conocía. Restándole a ese peso el peso de la arena remanente después que se llenó el hoyo, y dividiendo esa diferencia por su peso unitario previamente determinado, se hallaba el volumen del hoyo.

Además de realizar los ensayos de humedad - densidad, se verificaba que los materiales de las distintas capas cumplían con la granulometría requerida. La uniformidad era esencial y debían evitarse las variaciones entre los límites permitidos por las especificaciones.

2.4 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Se ejecutaban numerosas estructuras de hormigón armado en esta obra, pero este trabajo de práctica sólo se circunscribe específicamente a las siguientes estructuras a realizar:

- Cámaras MBBR, BARROS ACTIVADOS Y DIGESTOR, los cuales comprendían una platea inferior, tabiques de ancho variable, y pasarelas y vertederos en la parte superior.
- SEDIMENTADOR, que incluía una losa de fondo con un cono en la parte central, y tabiques perimetrales de hormigón armado (de planta circular) sobre el cual apoyaba un extremo del puente metálico barredor.

En las Figuras 2.4.1 y 2.4.2, pueden observarse parte de los planos de los elementos de estas estructuras realizadas.

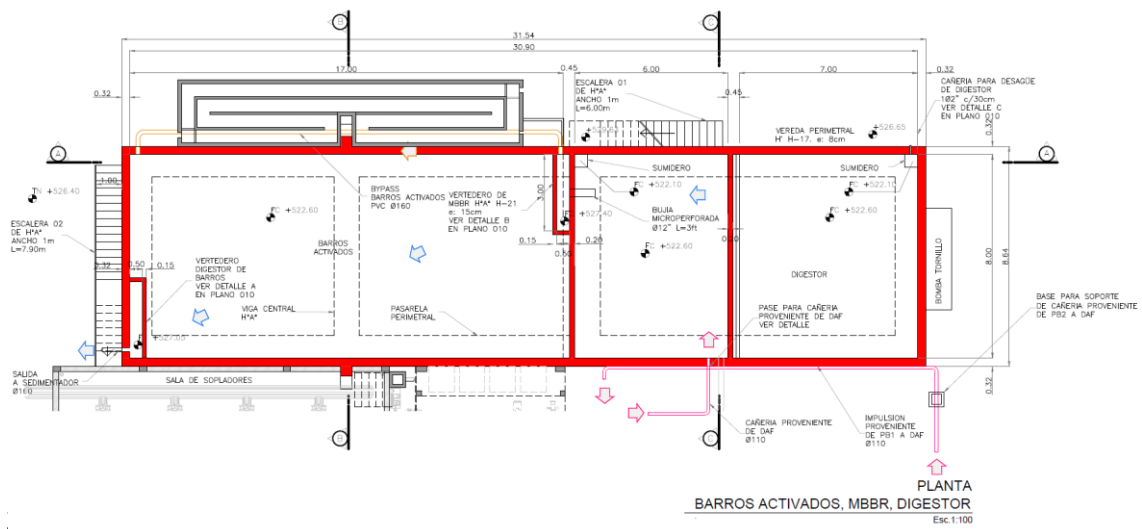


Figura 2.4.1: Planta de estructura para Barros activados, MBBR y Digestor

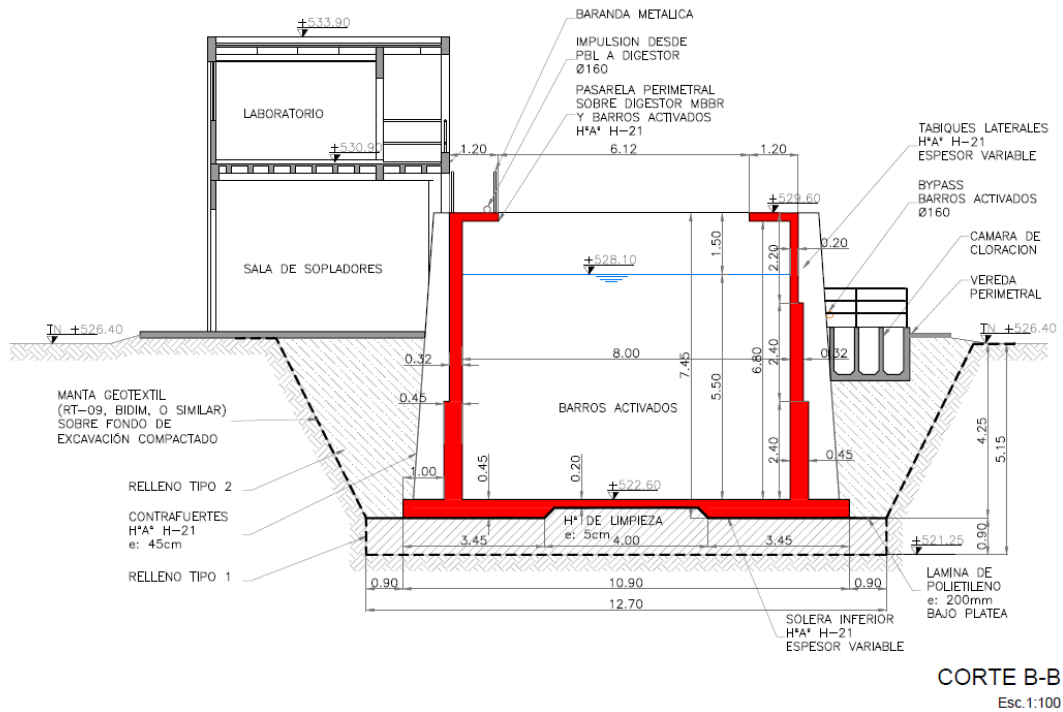


Figura 2.4.2: Corte B-B de estructura para Barros activados, MBBR y Digestor

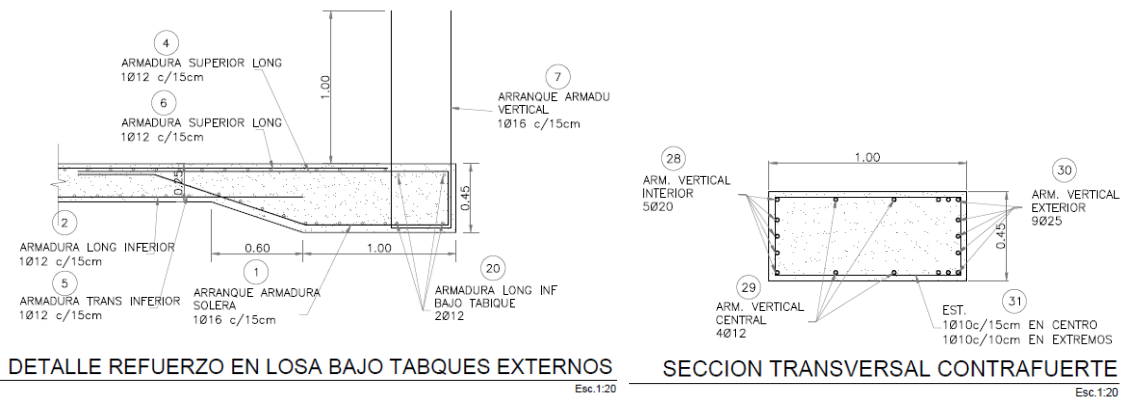


Figura 2.4.3: Secciones de Estructuras de MBBR

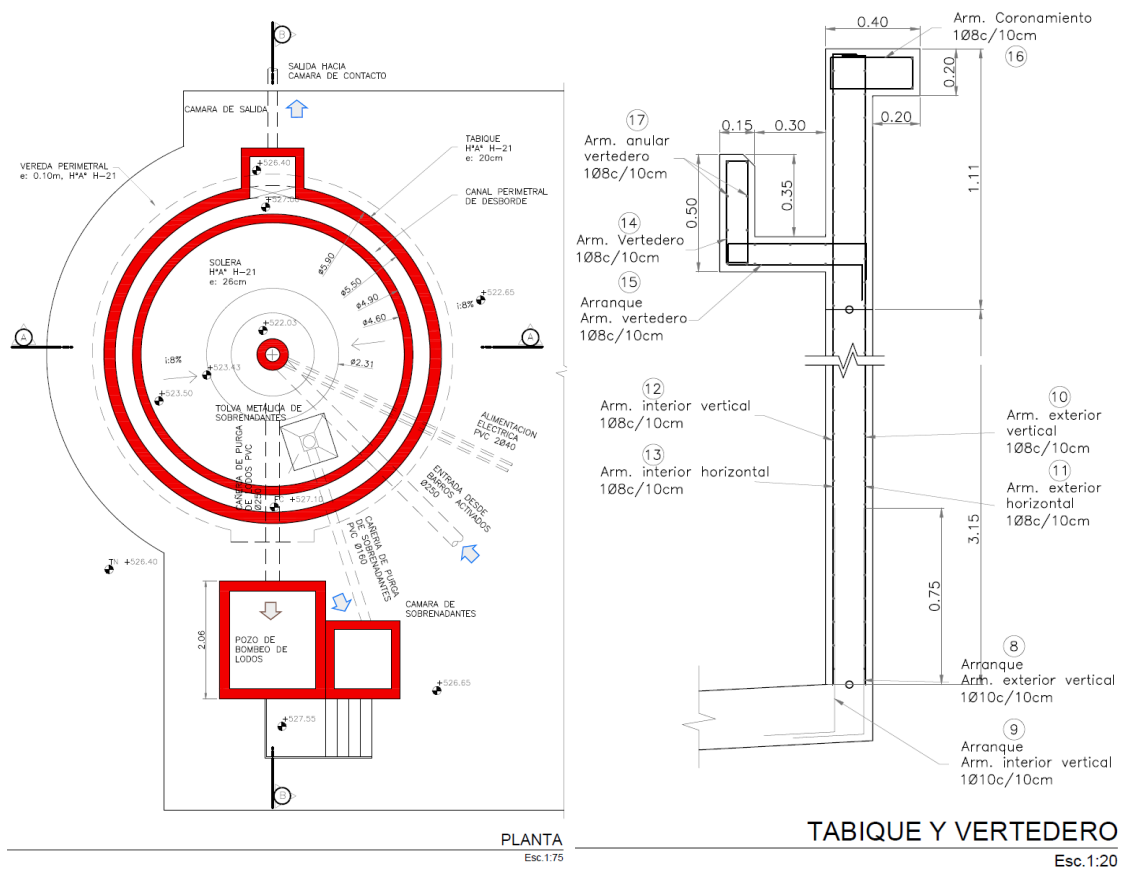


Figura 2.4.4: Planta y sección de Estructura de Sedimentador

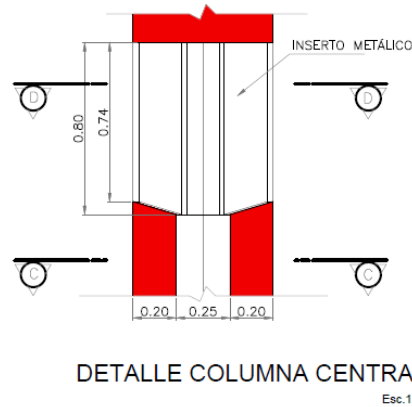


Figura 2.4.5: Detalle estructural de Sedimentador

Se utilizaban en las distintas estructuras que componen el proyecto, hormigones según se indica en el reglamento CIRSOC 201.

- Hormigón Simple Tipo H-8
- Hormigón Armado Tipo H-17
- Hormigón Armado Tipo H-21

Todos los muros y estructuras que estaban por debajo del nivel de terreno natural eran de Hormigón Armado H-21 como mínimo.

Se consideraban las exigencias del mismo reglamento, principalmente en las siguientes premisas:

- La colocación del hormigón en su posición definitiva debía hacerse antes que se inicie el fraguado del mismo y mantenerse las condiciones de trabajabilidad establecidas.
- El hormigón que acusaba un principio de fraguado o había endurecido parcialmente, o el que se había contaminado con sustancias extrañas "no correspondía ser colocado en obra".
- La máxima pérdida de asentamiento entre el momento de mezclado y el de colocación no debía ser superior a 2 cm.
- No se permitía agregar agua para su ablandamiento.
- No se permitía colocar el hormigón desde alturas mayores a 1,5m. Para alturas mayores, se realizaba lo indicado en el Reglamento CIRSOC 201-2005-Capítulo 5.
- No se permitía aplicar los vibradores en las armaduras y el vibrado debía realizarse por medios mecánicos.
- El curado de hormigón se hacía de acuerdo a la norma CIRSOC 201.
- No se permitía el contacto directo con el hormigón, de tuberías metálicas que conduzcan fluidos con más de 70° C.
- No se utilizaban sustancias desencofrantes que manchen el Hormigón.
- No se debía colocar hormigón, si las condiciones climáticas (lluvia, viento, nieve, humedad ambiente, temperatura) podían perjudicar su calidad o impedir que las operaciones de colocación y compactación se realizaran en forma adecuada. No se debía hormigonar cuando la temperatura ambiente era mayor a 30°C o menor a 4°C, salvo excepciones totalmente justificadas.
- Antes de proceder con el colado de hormigón se inspeccionaban los niveles, secciones, colocación de armaduras de refuerzo, colocación y fijación de encofrados, existencia de tierra suelta o cualquier cuerpo extraño que afecte la

estructura, debiendo estar perfectamente armado, encofrado y limpio de acuerdo a lo indicado en los planos.

- Los medios utilizados para el colado del hormigón debían evitar la disgregación de la mezcla; se llenaban homogéneamente evitando la formación de vacíos.
- En cuanto a la terminación superficial, las partes que, por ubicación o nivel quedaran a la vista, serían del tipo hormigón visto, con encofrado de terciado fenólico o encofrado metálico con aristas vistas, biseladas, con dimensión 2cmx2cm.

El hormigón a utilizar sería sólo el elaborado en plantas destinadas a tal fin y transportado hasta el lugar de colocación con los medios adecuados (camiones mixer hormigoneros) que permitían el ritmo de colocación óptimo, conservando las propiedades de la mezcla.

Los materiales para la elaboración de estos hormigones eran Cementos, agregados finos y gruesos, agua y aditivos.

Algunas características que debían reunir estos materiales, por ejemplo, son: se utilizaba cemento Portland normal o de alta resistencia inicial (marcas aprobadas) que cumplieran los requisitos establecidos en el artículo 6.2.1. del CIRSOC 201 y las normas IRAM N°1503.

En el caso de que los estudios de suelos y de agua de napa freática, demostraban la posibilidad de un ataque muy fuerte al hormigón, debía utilizarse cemento de alta resistencia a los sulfatos para la construcción de todas aquellas estructuras de hormigón en contacto directo con los suelos agresivos o con los niveles máximos históricos de la napa freática. Estos cementos respondían a las exigencias del reglamento CIRSOC y Anexos, cumplían los requisitos de calidad contenidos en la Norma IRAM 1669 y eran de primera calidad.

Con respecto a los Agregados Finos, estaban constituidos por arena natural de densidad normal del tipo de grano grueso, libre de partículas extrañas que podían perjudicar la resistencia o durabilidad del hormigón y la armadura. Debían cumplir con los requisitos establecidos en los artículos 6.3.1. - 6.3.1.1. - 6.3.2. - 6.6.3.6. y 6.6.4.2. del CIRSOC 201 y el Agregado Grueso era de canto rodado o piedra partida con partículas limpias y resistentes, y satisfacían el artículo 6.3.1. - 6.3.1.2. - 6.3.2. - 6.6.3.6. y 6.6.4.2. del CIRSOC 201.

El tamaño máximo del agregado grueso era menor que:

- 1/5 de la menor dimensión del elemento estructural
- 3/4 de la menor separación de barras paralelas
- 3/4 del mínimo recubrimiento libre de las armaduras

En todos los casos debían cumplir con lo indicado en los artículos 6.6.3.6.1 del CIRSOC 201 y la norma IRAM N° 1509.

El Agua para la mezcla correspondía que sea limpia, potable y libre de elementos tales como aceite, glúcidos y otras sustancias que puedan alterar el proceso de fragüe o tener efectos nocivos sobre las armaduras y/o el hormigón tal como lo establece el artículo 6.5 del CIRSOC 201.

El agua era perfectamente medida y el tiempo mínimo de mezclado mantenido en 1 minuto. Se utilizaban aditivos siempre y cuando eran estrictamente necesarios y el manejo de cualquiera de estas sustancias químicas, debía tener por fin, modificar el

proceso de fragüe, introducir aire, mejorar la trabajabilidad, etc. Estos aditivos satisfacían las exigencias de los artículos 6.4. - 6.6.3.7. - 6.6.5 - del CIRSOC 201 y las Normas IRAM N° 1663.

En cuanto a los Aceros para Armaduras (barras de acero) que constituyen las armaduras de las estructuras de hormigón armado cumplían con el artículo 6.7 del CIRSOC y las normas referidas a longitudes de anclaje y empalme, diámetro de mandril de doblado de ganchos o curvas, respetando los mínimos y separaciones que se establecen en el CIRSOC edición de julio de 1982 y subsiguientes.

Las partidas de acero que llegaban a la obra tenían que ser acompañadas por los certificados de fabricación, en los que se den detalles de la misma, de su composición y propiedades físicas. No podían ser almacenadas a la intemperie, disponiendo del acopio en un sector donde el material no tome contacto con el suelo.

No se utilizaban en miembros estructurales, aceros de distintos tipos. Las características de estos aceros para armaduras tenían que ser:

Barras:

- Tensión límite de fluencia característica: 4.200 kg/cm²
- Resistencia a tracción característica: 5.000 kg/cm²
- Tipo: ADN-420 – ADN 420 S según IRAM-IAS U500-207

Mallas:

- Tensión límite de fluencia característica: 5.000 kg/cm²
- Resistencia a tracción característica: 5.000 kg/cm²
- Tipo: AM-500 - según CIRSOC 201

Alambre:

La vinculación de las armaduras dentro del encofrado se realizaba mediante atadura de alambre N°16/17, con las características de ductilidad necesarias para cumplir favorablemente con los ensayos de envoltura sobre su propio diámetro.

En general, para todas las armaduras, se respetaban cada una de las disposiciones contenidas en las Normas CIRSOC 201 inclusive y las siguientes disposiciones especiales.

- Las barras se cortaban y doblaban ajustándose a las formas y dimensiones indicadas en los planos y documentos de la Obra.
- Para sostener o separar las armaduras se empleaban soportes o espaciadores metálicos, plásticos o de mortero de cemento con ataduras metálicas.
- Las armaduras que en el momento de colocar el hormigón estuviesen cubiertas por mortero, pasta de cemento u hormigón endurecido, debían limpiarse perfectamente.
- Todos los estribos tenían que llevar ganchos en sus extremos formando un ángulo de 135°.
- La distancia libre entre barras paralelas, no debía ser inferior a 25 mm, o al diámetro de las barras y por lo menos igual a 1,33 veces el tamaño máximo de la grava. Según lo indica el Reglamento CIRSOC 201-2005- Capítulo 7.
- Las disposiciones anteriores no se aplicaban a los cruzamientos de armaduras de distintas vigas, ni a la separación entre las armaduras y estribos.
- El empalme mínimo de barras resistentes sin ganchos, era de 60 veces el diámetro de la barra de mayor diámetro a empalmar +10cm, pero en ningún caso inferior a 50cm. En la misma sección del elemento estructural, sólo podía haber un máximo de 50% de las barras empalmadas.

- Los dobleces de barras se harían de modo de producir un círculo de diámetro no inferior a 6 veces el diámetro de la barra, pero no menor a 7,5cm.
- Cuando el anclaje tenía un doblez en 90°, la cantidad $60\phi+10\text{cm}$ podía disminuirse en un 33%. La misma disminución se empleaba en anclajes a compresión.
- Los ganchos de estribos y amarras tenían una longitud mínima de 6 veces el diámetro de la barra.

Para los encofrados, debían tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Podían ser de madera, metálicos, plásticos o paneles de madera compensada tratados de forma tal que aseguren una correcta terminación exterior.
- Correspondía que tengan resistencia, estabilidad y rigidez necesarias. Su concepción y ejecución se realizaba en forma tal que resulten capaces de resistir sin hundimientos, deformaciones ni desplazamientos perjudiciales y con toda la seguridad requerida.
- En los casos en que se debía ejecutar hormigón a la vista, estos tenían que ser exclusivamente de terciado fenólico o metálicos.
- Para asegurar una completa estabilidad y rigidez, las cimbras y encofrados serían convenientemente arriostrados, tanto en dirección longitudinal como transversal.
- Para que pueda realizarse el desencofrado en forma simple y gradual, se arbitran los medios y no se realizaban mediante golpes, vibraciones y el uso de palancas que deterioraban las superficies de la estructura.
- Para la inspección y limpieza de los encofrados, en el pie de columnas, pilares, muros y en otros lugares de difícil acceso o visual se dejaban aberturas provisionales adecuadas.
- Los encofrados de madera se mojaban con abundante líquido desmoldante doce horas antes y previo a la colocación del hormigón, y tenían que acusar en ese momento, las dimensiones que indicaban los planos.
- Se dejaban las provisiones correctas de agujeros, nichos o canaletas en los lugares en que los elementos integrantes de las distintas instalaciones, interceptaban a la estructura.
- Los marcos, cajones y tacos previstos a tal efecto serían preparados prolijamente de manera tal que luego podían extraerse fácilmente, junto con el desencofrado.

En cuanto al control de calidad de los hormigones se establecían los siguientes requerimientos:

- El control de calidad del hormigón se hacía de acuerdo con el capítulo 4 de la norma CIRSOC 201: Criterios y Control de calidad del Hormigón
- El Muestreo se realizaba cada 6 m³ o cantidad parcial del hormigón utilizado en el día; se extraían tres probetas cilíndricas, una de ellas era ensayada a los 7 días y el resto de las probetas a 28 días.
- La evaluación de los resultados cumplía con lo especificado en la norma CIRSOC 201, dejando constancia del volumen y ubicación del hormigón representado por cada muestra.

Los Ensayos mínimos de aceptación de hormigón eran:

Sobre hormigón fresco:

- Asentamiento del hormigón fresco (IRAM 1536)
- Contenido de aire del hormigón fresco de densidad normal (IRAM 1602 o IRAM 1562)

- Temperatura del hormigón fresco, en el momento de su colocación en los encofrados.

Sobre hormigón endurecido:

- Resistencia potencial de rotura a compresión del hormigón endurecido.

Se podía disponer la realización de otros ensayos que aporten mayor información sobre las características y calidad del hormigón o de sus materiales componentes, relacionados con las condiciones de ejecución o de servicio de la estructura.

También se realizaban ensayos cada vez que se requería modificar la composición de un hormigón o que se variaba la naturaleza, tipo, origen o marca de sus materiales componentes.

Se debía proveer el espacio necesario para el almacenaje de las muestras (probetas) y controlar su curado. Estas probetas de Hormigón Elaborado, debían cumplir las condiciones tales que:

- a) La resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos consecutivos cualesquiera, fuera igual o mayor que la resistencia especificada.

$$f'_{cm3} \geq f'c$$

- b) El resultado de cada uno de los ensayos fuese igual o mayor que la resistencia especificada menos 3,5 MPa.

$$f'_{ci} \geq f'c - 3,5 \text{ MPa}$$

y para probetas de Hormigón In Situ se consideraba que todo el hormigón evaluado poseía la resistencia especificada si se cumplían las dos condiciones siguientes:

- a) La resistencia media móvil de todas las series posibles de tres (3) ensayos consecutivos, correspondientes al hormigón evaluado, fuera igual o mayor que la resistencia especificada más 5 MPa.

$$f'_{cm3} \geq f'c + 5 \text{ MPa}$$

- b) El resultado de cada uno de los ensayos fuese igual o mayor que la resistencia especificada:

$$f'_{ci} \geq f'c$$

3. ESTUDIO DE PROYECTO

Dentro de la Evaluación de la Gestión y Dirección Técnica y Administrativa de este proyecto, contemplamos también el conocimiento y la valoración de toda la información que debe tener quien supervisa y dirige las tareas.

Entonces para ello, se evaluaron cada una de las herramientas con que contaba el legajo de la obra, y se pusieron de manifiesto las oportunidades detectadas en ellas.

Se revisó y analizó en gabinete de manera completa, la información presente en el Legajo del Proyecto formada por:

- Pliegos de Obra
- Planos, Informes Técnicos, Registros Fotográficos (Documentación Técnica)
- Planillas de Cotizaciones y Comparativas
- Cronogramas de avance
- Certificaciones según Contrato de Construcción (Orden de Compra)

con la finalidad de identificar y evaluar las particularidades que se presentan y observar las incoherencias, errores y apuntes insuficientes e innecesarios.

En lo sucesivo, se enumeran y desarrollan estos puntos.

3.1 EL PROYECTO LICITATORIO. COTIZACIONES. SELECCIÓN DE PROPUESTAS

Las cotizaciones presentadas por diferentes empresas, se evaluaron para determinar si cada una de ellas exhibía la formalidad requerida y, además para comparar lo presupuestado en cada propuesta.

Así fue posible determinar cuál de todas las cotizaciones fue la de mejor ofrecimiento económico, lo que se observa en la Figura 3.1.1.

Además de la comparativa económica, se revisaron las propuestas técnicas para llegar a concluir con la opción más beneficiosa para ejecutar la obra.

Se observó que se adjudicó la realización, a la empresa que ofreció menor costo.

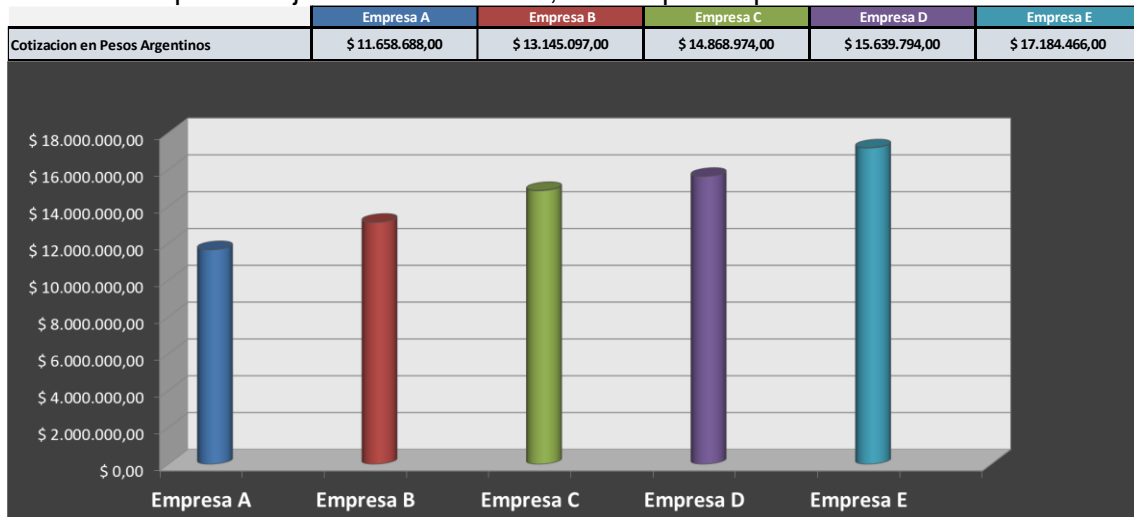


Figura 3.1.1: Presupuestos para Cotización de Obra

A modo informativo, la Tabla 3.1.1 contiene los rubros que contempló la licitación y que estaban estipulados en el Pliego Particular de Especificaciones Técnicas y en la Orden de Compra para la Construcción del proyecto, con su porcentaje de participación con respecto al total.

Cada actividad general descrita, incluye sus actividades específicas

| Proyecto PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES | | |
|--|----------------------|--------------------------------|
| Obra Civil | | |
| Rubro | Descripción | Participación del Rubro |
| 4 | Estructuras Hormigón | 51,01% |
| 3 | Mov.de Suelo | 16,07% |
| 10 | Adicionales | 10,49% |
| 6 | Obra Civil | 6,39% |
| 5 | Est.Met. y Her. | 6,16% |
| 1 | Tareas Preliminares | 3,32% |
| 8 | Instalaciones | 2,64% |
| 9 | Varios | 2,36% |
| 7 | Pintura | 1,07% |
| 2 | Demoliciones | 0,50% |
| Total | | 100,00% |

Tabla 3.1.1: Porcentaje de participación de cada Rubro cotizado

Además de revisar la selección de la mejor propuesta Técnico Económica a través del proceso licitatorio, se evalúa también íntegramente, todo el material referido a las cotizaciones dentro del legajo completo del proyecto (en formato digital). Para ello, se procedió a verificar todos y cada uno de los archivos y carpetas digitales, y registrar las inconsistencias encontradas.

Así, podemos determinar que:

- Se presenta desorden de planillas de cotización por proveedor, en Estructuras Metálicas.
- La planilla de cotización de Movimiento de Suelos, no coincide con la Orden de Compra.
- Se expresa la planilla de cotización en diferentes monedas (\$) y U\$S) dificultando poder compararlas entre proveedores y con el presupuesto.
- No se encuentra planilla de cotización de Estructuras Metálicas definitiva (lo contratado).
- No se encuentra planilla de cotización de Movimiento de Suelos definitiva (lo contratado).

3.2 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA. PLANOS E INFORMES

Para realizar, dirigir y supervisar la obra, es imprescindible contar con la documentación técnica correcta y ordenada. Es por ello que se revisó el conjunto de planos e informes técnicos de ejecución.

Estos informes presentan la descripción de las actividades diarias realizadas durante la semana, con los comentarios pertinentes que considere necesario el Director Técnico de la Obra, y las fotografías como apoyo al relato del informe.

Se comprobó la existencia de casi la totalidad de los planos, con su grado de actualización correcto, teniendo en cuenta las modificaciones/reajustes que se realizan al proyecto, faltando el plano N°66 para completar el legajo.

Con respecto a los Informes Técnicos, que son herramientas de control que envía el DT a las oficinas de la empresa para poder realizar el seguimiento de la ejecución, se fijó una frecuencia semanal en la realización, y al momento de la evaluación, faltaban numerosos informes en el legajo. En la Figura 3.2.1 puede observarse el formato de carátula de dicho informe.



Figura 3.2.1: Modelo de carátula de Informe Técnico

3.3 PLIEGO DE CONDICIONES Y PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En estos documentos, se especifica la forma en la que se debe desarrollar el proyecto, por lo que es muy importante el nivel de detalle y especificidad de los mismos.

Ambos conforman el legajo y son las partes en que se suele dividir un pliego general. En el Pliego de Condiciones, se describe el contenido del proyecto a grandes rasgos y las cláusulas administrativas en cuanto a cómo se determina el modo de medir, valorar y pagar cada parte del mismo; en el de Especificaciones Técnicas, se encuentran apartados para los equipos, materiales e instalaciones necesarias, la duración de los trabajos, la ubicación de la obra y también para los detalles del proceso de ejecución.

Del análisis de estos pliegos, se enumeraron las posibles actividades a inspeccionar y evaluar al momento de la revisión en campo, ya con un conocimiento cabal de cómo debían realizarse.

También se listaron una serie de actividades de supervisión en los aspectos legales, técnicos (calidad) y administrativos, que debían realizarse durante la ejecución del proyecto. Se enumeraron entre 5 y 10 actividades por cada uno de los ítems y se elaboraron las planillas de Registro de No Conformidades/Observaciones/Deficiencias.

El nivel de detalle de los pliegos se puede considerar como el adecuado, ya que se explica claramente cuáles y cómo son las exigencias en la realización de cada una de las tareas, y también se encuentran en ellos, todos los ítems que después pasan a formar parte de la planilla de cotización de la obra.

3.4 CRONOGRAMAS

Dentro de este apartado, se analizaron y valoraron los cronogramas realizados para el proyecto.

Se partió de un cronograma base que se muestra parcialmente en la Figura 3.4.1, donde se estipularon los plazos de realización de las etapas de desarrollo de ingenierías, cotización, adjudicación y ejecución.

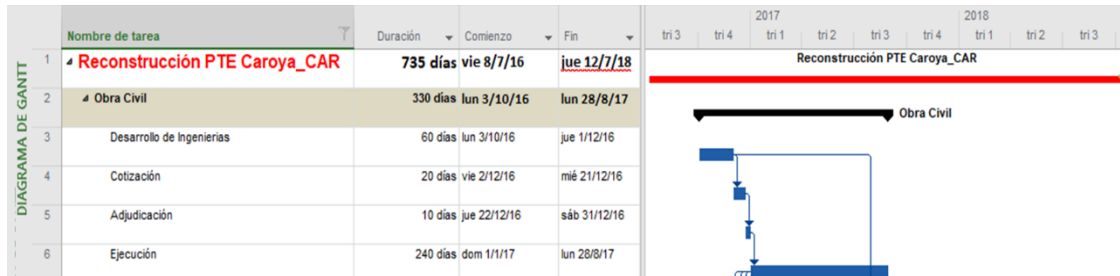


Figura 3.4.1: Cronograma base

También se planificaron las fechas para cada una de las tareas a la hora de la ejecución de la obra, de tal manera que se volcaron todas las actividades a un Diagrama de Gantt, para facilitar el seguimiento de cada una de las acciones y plazos. Esto lo podemos ver en la imagen parcial de la Figura 3.4.2 que se anexa a continuación.

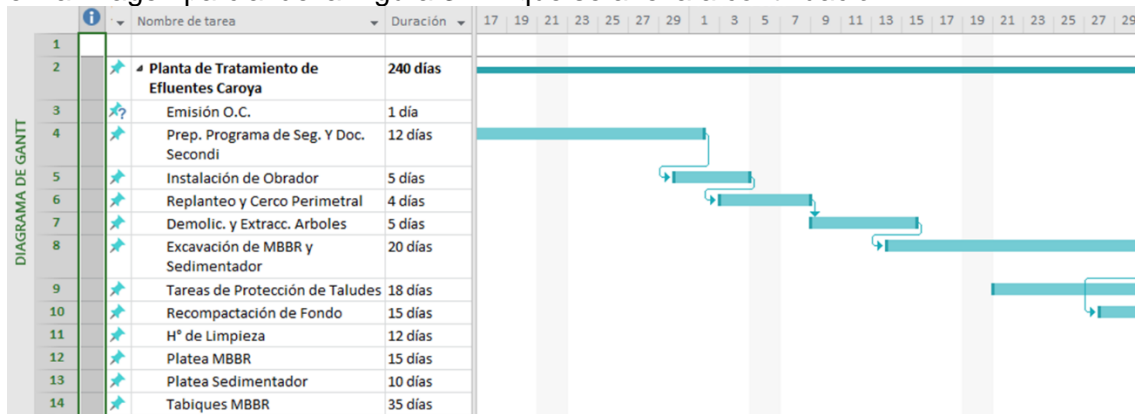


Figura 3.4.2: Cronograma de obra

Del análisis de tiempos y acciones, se pudo comprobar que, a la fecha de la evaluación realizada, el avance de obra era del 35,7% de acuerdo al cronograma ajustado por las partes.

De los rubros de obra a construir, se concluyeron Ítems/actividades relacionados a tareas preliminares, demoliciones, movimiento de suelos y estructuras de hormigón. Es importante mencionar que se estaban desarrollando las tareas restantes, contando con un retraso reconocido a la fecha, de 70 días aproximadamente. Una de las justificaciones radica principalmente en los días de lluvia comprendidos a través de las planillas de registro de precipitaciones. Un modelo de estas, puede observarse en la Figura 3.4.3.

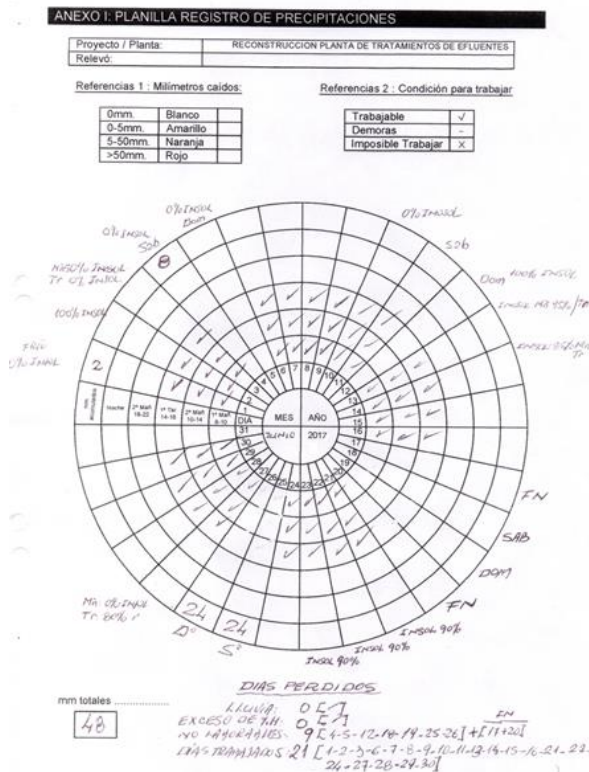


Figura 3.4.3: Planilla de precipitaciones

3.5 CERTIFICACIONES

La certificación es un acto mediante el cual se declara que se está construyendo o modificando una edificación en un terreno.

Las certificaciones de obra son mediciones valoradas en base al presupuesto del proyecto. En ellas se incluyen las modificaciones que se vayan realizando en el transcurso de la obra. Su elaboración corre a cargo de la dirección técnica de la misma y acordada con las contratistas.

En ellas, se detallan las mediciones que se han llevado a cabo desde que se iniciaron los trabajos y se sustrae del total, el importe de la certificación anterior. De este modo, la última certificación queda con su estricto coste. Por último, en las certificaciones de obra también se hace constar el avance de las obras con sus respectivos porcentajes y demás detalles pormenorizados.

Una vez confeccionado el certificado, se realiza la facturación y se emite la Orden de Compra correspondiente para pago.

El avance de obra a la fecha de este trabajo, permitió la realización de algunas certificaciones mensuales que fueron objeto de análisis, para determinar si dichos certificados se correspondían con lo actuado y si, además de esto, se mantenía un orden y organización en el archivo de esta información.

De esta manera, se pudo comprobar que, en el legajo del proyecto, existen certificados que no corresponden al mismo y están incluidos como documentación de la PTE. Ejemplo de esto, son los certificados N°7, N°8 y N°11 que corresponden al proyecto de un Edificio de Oficinas Administrativas.

También se pudo determinar que hay coincidencia entre cada uno de los certificados realizados, del N°1 al 6 y las facturas correspondientes y se encontró el faltante del certificado N°7 y su complementario, encontrándose las facturas respectivas a dichos certificados.

Otro de los aspectos que se pudieron verificar, es que faltan certificar Ítems que, si bien no están ejecutados al 100% de realización, como por ejemplo los Ítems 3.13 y 6.3, tienen un avance del 82,24% y del 25,00%, y aparecen sin certificación alguna.

También se encontró que no hay concordancia entre el monto de las facturas de los certificados realizados a la fecha, teniendo en cuenta el Fondo de Garantía más el Anticipo Financiero, con el de la Orden de Compra librada para el pago. Resulta complejo con la información disponible, establecer la correlación entre las OC y las facturas.

Otro de los aspectos a considerar es la observación realizada en el Ítem 1.1.3 "Cumplimiento de Normas de Seguridad" ya que, al momento de la revisión, se había certificado el 20% del mismo con un avance de obra del 35,7%, y en una de las certificaciones, se computaba en un Ítem equivocado.

Todas estas particularidades encontradas, sólo fueron observadas en el análisis de la información disponible y sin cotejar la misma con la ejecución en obra, tarea que se realizó durante el trabajo de campo y se expone en los apartados correspondientes.

3.6 PLANILLA DE HALLAZGOS

Para poder volcar todas las observaciones, particularidades que se presentan, incoherencias, errores, apuntes insuficientes e innecesarios encontrados, fue necesario elaborar la Planilla de Hallazgos.

Esta herramienta, se utilizó para registrar todo lo apuntado en los ítems del Estudio de Proyecto y también para el registro de los Hallazgos en obra.

Para eso fue necesario confeccionarla teniendo en cuenta lo que se iba a ir a observar a la obra propiamente dicha.

3.6.1 Registros en Estudio de Proyecto

A medida que se desarrollaba el análisis de la información del legajo de proyecto, fue necesario registrar los puntos de atención que se encontraban, y que fueron enumerados anteriormente en los ítems correspondientes; para eso se confeccionó la planilla que se muestra en la Figura 3.6.1.

Evaluación de la Dirección Técnica, en la ejecución de un proyecto de obra

| Registro No conformidades / Observaciones / Deficiencias | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|-------|---|-----|--------------------------|----|------------------------|--|
| EMPRESA: | | | | Revisión Nº..... | | Fecha:/...../..... | | | |
| PROCESO: Informe de Auditoría de Campo - Registros | | | | NOMBRE DE LA EVALUACIÓN: "Proyecto RECONSTRUCCIÓN PTE" | | | | | |
| Lugar de auditoría: | | | | Tipo de auditoría: <input type="checkbox"/> Extraordinaria <input type="checkbox"/> Certificación/Previa <input type="checkbox"/> Mantenimiento | | | | | |
| Hora de inicio: | | | | Hora de finalización: | | | | | |
| Atendió la auditoría: | | | | Auditor Responsable: | | | | | |
| Nº RUBRO ITEM | Descripción Actividad | Item PPET | Plano | Tipo de Hallazgo | | | | Observación/Comentario | |
| | | | | NC | Obs | DA | OH | | |
| A ADMINISTRATIVO | | | | | | | | | |
| A.1 | Pliego de Condiciones y Pliego Particular de Especificaciones Técnicas | | | | | | | | |
| A.2 | Documentación gráfica: Planos | | | | | | | | |
| A.3 | Orden Compra (OC) | | | | | | | | |
| A.4 | Cronograma de Obra: Revisión cronograma diario y semanal. % de ejecución actual respecto al total y al proyectado. | | | | | | | | |
| A.5 | Cronograma de la Contratista | 2.4.10 | | | | | | | |
| A.6 | Reunión en Obra: Frecuencia de realización, temas tratados. Actividades diarias/sem/mens. planificadas. Comparación con lo proyectado. | | | | | | | | |
| A.7 | Certificaciones: último vigente y precedentes | | | | | | | | |
| A.8 | Planillas de cálculo y mediciones | | | | | | | | |
| A.9 | Libro de obra: Orden de Servicios (OS) digital o manual. En IT Nº24, OS por "Trabajo en altura-Anomalias preventivas" Nº14. | | | | | | | | |
| A.10 | Infomes. Técnicos (IT): último vigente y precedentes. | | | | | | | | |
| A.11 | Fotografías semanales | | | | | | | | |

Figura 3.6.1: Planilla de Hallazgos para Estudio de Proyecto

Este modelo contaba con cada ítem analizado, la actividad propiamente dicha, el tipo de hallazgo (No Conformidad, Observación, Deficiencia administrativa, Otros Hallazgos) y los comentarios que explicaban o fundamentaban el registro.

3.6.2 Ítems a revisar en obra

La Evaluación de la Dirección Técnica, se realizó en un período de tiempo acotado, que no iba a permitir abarcar la totalidad de los rubros de obra, ya que algunos estaban ejecutados y otros se realizarían con posterioridad a la finalización de este trabajo. Por tal motivo, y utilizando el análisis de las cotizaciones del proyecto, se redujeron las tareas a evaluar, tomando como criterio, abarcar la mayor cantidad de ellas cuyo impacto económico sea significativo para dicho proyecto y que se realicen en el período de este estudio.

Así, utilizando un Diagrama de Pareto, se pudo visualizar fácilmente en el gráfico de la Figura 3.6.2, cuales son estos ítems de mayor impacto.

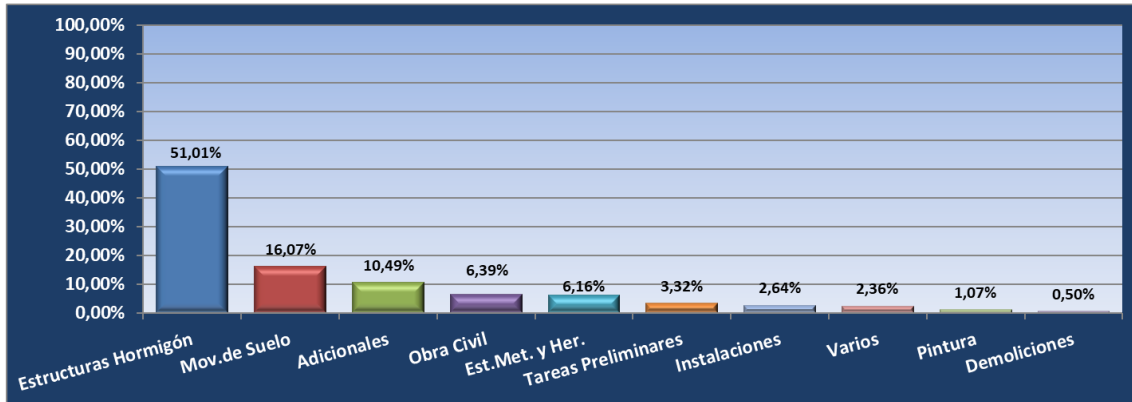


Figura 3.6.2: Ítems de mayor impacto económico en el presupuesto total de la Obra

Vemos que el rubro de Estructuras de Hormigón representa un 51% del monto total del contrato, seguido por los rubros de Movimiento de Suelo y Adicionales que representan un 16% y un 10%; la Obra Civil y las estructuras Metálicas con un 6,4% y las Tareas Preliminares alcanzan el 3%.

Como resultado de esto, se pudieron seleccionar para este trabajo, los rubros de

- Estructuras Hormigón (Rubro N°4)
- Mov. de Suelos (Rubro N°3)
- Tareas Preliminares (Rubro N°1)

Luego, dentro de cada rubro de aquellos con mayor incidencia (N°4, N°3 y N°1), se aplicó nuevamente el Diagrama de Pareto y el criterio económico, para tomar de ellos, los Ítems más representativos, tal como lo muestran los gráficos de las Figuras 3.6.3, 3.6.4 y 3.6.5 en las páginas siguientes.

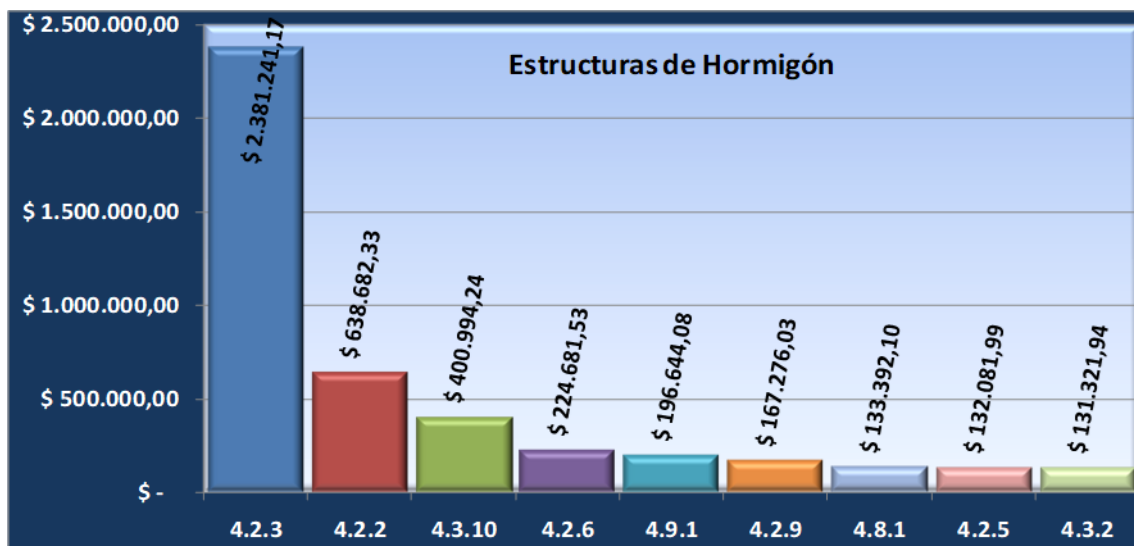


Figura 3.6.3: Ítems de mayor impacto económico, componentes del Rubro Estructuras de Hormigón

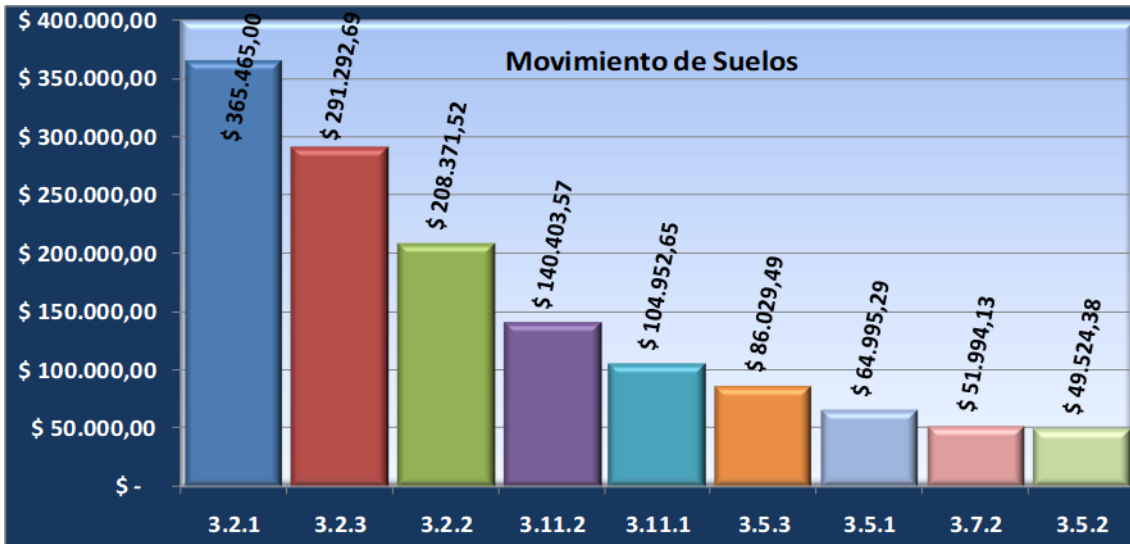


Figura 3.6.4: Ítems de mayor impacto económico, componentes del Rubro Movimiento de Suelos

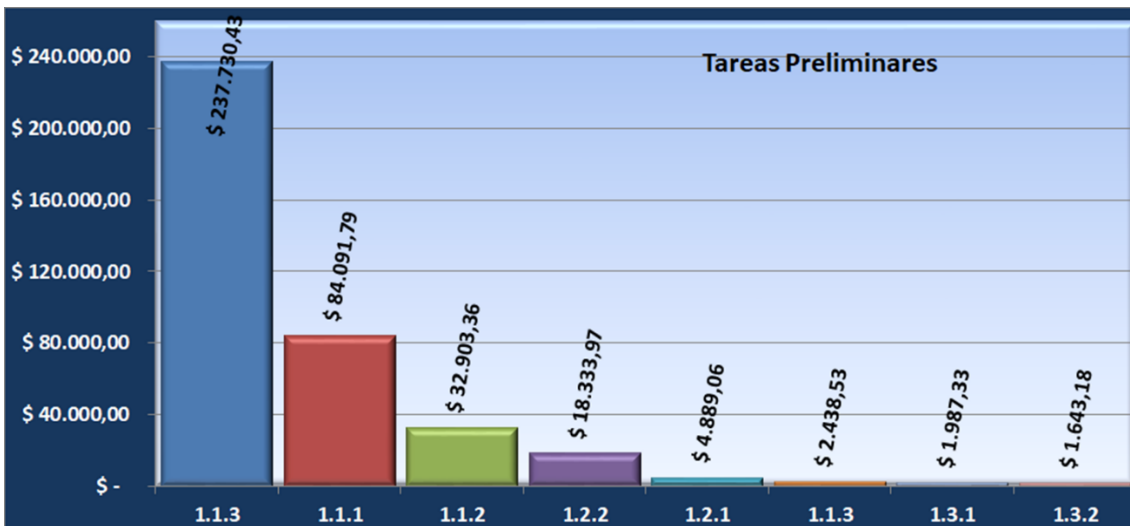


Figura 3.6.5: Ítems de mayor impacto económico, componentes del Rubro Tareas Preliminares

Luego de este análisis, y en virtud del avance de obra (35,7%), muchos de los ítems comprendidos en esta categorización de “Prioritarios” por el análisis económico, no habían sido ejecutados al momento del trabajo de Campo, por lo tanto, se adoptó como criterio final, relevar todos los ítems ejecutados en obra hasta ese momento, que estén comprendidos dentro de los rubros mencionados anteriormente.

En la siguiente Tabla 3.6.1, se listan aquellos ítems sujetos a ser relevados en la Obra.

Evaluación de la Dirección Técnica, en la ejecución de un proyecto de obra

| | | | |
|----------|---|----------|------------------------------------|
| 1 | TAREAS PRELIMINARES | 4 | ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN |
| 1.1 | Instalación de equipos y personal en obra | 4.1 | Pozo de bombeo de recepción PB2 |
| 1.1.1 | | 4.1.1 | |
| 1.1.2 | | 4.2 | MBBR c/VERTEDERO+Reactor BA y Dig. |
| 1.1.3 | | 4.2.1 | |
| 1.2 | Ensayos de suelos | 4.2.2 | |
| 1.2.1 | | 4.2.3 | |
| 1.2.2 | | 4.2.4 | |
| 3 | MOVIMIENTOS DE SUELO | 4.5 | Sedimentador |
| 3.2 | MBBR + Reactor BA y Digestor | 4.5.1 | |
| 3.2.1 | | 4.5.2 | |
| 3.2.2 | | 4.5.3 | |
| 3.5 | Sedimentador, PBL y cámara sobrenadantes | 4.6 | PBL y cámara de sobrenadantes |
| 3.5.1 | | 4.6.1 | |
| 3.5.2 | | 4.6.2 | |
| 3.11 | Cañerías de interconexión | | |
| 3.11.1 | | | |

Tabla 3.6.1: Ítems a relevar en obra

3.6.3 Planillas de Registro para Trabajo de Campo. Anexo Mediciones

Una vez definidos los rubros, ítems y actividades a analizar en el trabajo de campo, se confeccionó el registro a utilizar en estas tareas. La Figura 3.6.6 muestra un modelo de la misma.

| Registro No conformidades / Observaciones / Deficiencias | | | | | | | | | |
|--|--|---|---------------------------------|--------------------------|-----|----|----|------------------------|--|
| EMPRESA: | | Revisión Nº..... | | Fecha:/...../..... | | | | | |
| PROCESO: Informe de Auditoría de Campo - Registros | | NOMBRE DE LA EVALUACIÓN: "Proyecto RECONSTRUCCIÓN PTE" | | | | | | | |
| Lugar de auditoría: | | Tipo de auditoría: <input type="checkbox"/> Extraordinaria <input type="checkbox"/> Certificación/Previa <input type="checkbox"/> Mantenimiento | | | | | | | |
| Hora de inicio: | | Hora de finalización: | | | | | | | |
| Atendió la auditoría: | | Auditor Responsable: | | | | | | | |
| Nº/RUBRO ITEM | Descripción Actividad | Item PPET | Plano | Tipo de Hallazgo | | | | Observación/Comentario | |
| | | | | NC | Obs | DA | OH | | |
| 1 | TAREAS PRELIMINARES | | | | | | | | |
| 1.1 | Instalación de equipos y personal en obra | | | | | | | | |
| 1.1.1 | Traslado de equipos a obra. Instalación de obrador y baños químicos. Replanteo. Acondicionamiento del sector a intervenir. | 1.6 1.9 2.1.2 2.2 2.9 | | | | | | | Camión Tolva Camión Barro Obrador Minicavadoras/cargadoras Depósito de materiales Retroexcavadora Vestuarios Excavadora Baños Otros Casilla Guardia |
| 1.1.2 | Provisión y colocación de Cerco Perimetral en sector de trabajo. Replanteo de la zona a intervenir. | 1.6 1.10 | | | | | | | Ejes replanteo Dimensiones Cerco rejilla PVC Altura cerco: 1,00 mt. + 0,30 mt. Puntales 2" x 2" c/3,00 mt. Señalización |
| 1.1.3 | Cumplimiento de Normas de Seguridad e Higiene de la Empresa. Mostrar método de cálculo de % de ejecución de este ítem, para Certificación. | 1.12 | | | | | | | |
| 1.2 | Ensayos de suelos | | | | | | | | |
| 1.2.1 | Ejecución de ensayos Proctor T99 para Rellenos tipo 1 (suelo-cemento) y tipo 2 (suelo A4 ó suelo de excavación seleccionado). | 2.3 2.6 2.8 | | | | | | | Planilla Ensayos Relleno T1: relleno compactado con destape de cantera (arena bien graduada con limo y grava- 7 % fracción fina) compactado al 95% de Proctor T180 en capas de 20 cm de espesor máximo. Relleno T2: relleno compactado con suelo seleccionado (sin materia orgánica) o bien suelo tipo A4, compactado al 95% de Proctor T180 en capas de 20 cm de espesor máximo. Relleno T3: relleno compactado con suelo cal (cal al 4% en peso), compactado al 95% de Proctor T180 en capas de 20 cm de espesor máximo. Subrasante: escarificada y compactada al 95% de Proctor T180 |
| 1.2.2 | Ejecución de ensayos de densidad por método de Equivalente de Arena. A ejecutar para aprobación de cada capa compactada, de acuerdo a Indicaciones de la Inspección. | 2.3 2.6 | | | | | | | Planilla Ensayos |
| 3 | MOVIMIENTOS DE SUELO | | | | | | | | |
| 3.2 | MBBR + Reactor de barro activados y Digestor | | | | | | | | |
| 3.2.1 | Excavación en todo tipo de terreno, a máquina y/o manual, hasta alcanzar las cotas y dimensiones indicadas en planos de proyecto. Incluye retiro de material excedente, rampas de acceso; sobreexcavaciones debido a razones constructivas, traslado de suelos hasta lugar de arribo, arribo, etc. | 2.4.1 2.4.4 2.4.5 2.4.7 2.4.8 2.4.9 | 007 008 056 057 059 | | | | | | *Ancho Excavación *Longitud Excavación *Nivel de TN (1) *Nivel de excavación (2) |
| 3.2.2 | Relleno tipo 1: Relleno compactado con suelo-cemento (cemento al 7% en peso), compactado al 98% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor máximo. (Ver modificación Plano 7) Explicar método para verificar compactado de suelo | 2.5.1 2.5.4.1 2.6 | 007 008 056 059 | | | | | | Planilla Ensayos (ídem ítem 1.2.1 y 1.2.2) *Nivel de relleno (3) |

Figura 3.6.6: Planilla de Hallazgos para Trabajo de Campo

Evaluación de la Dirección Técnica, en la ejecución de un proyecto de obra

Para algunas de las actividades, fue necesario relevar información adicional específica, tales como medidas de anchos, profundidades, diámetros, etc. para poder comparar luego el cumplimiento o no de tal labor, razón por la cual se elaboró la planilla de Registro Anexo de Mediciones, que se puede apreciar en la Figura 3.6.7 siguiente.

| Registro Anexo de Mediciones | | | |
|--|--|--|--|
| EMPRESA: | | Revisión Nº..... | Fecha:/...../..... |
| PROCESO: Informe de Auditoría de Campo - Registros | | NOMBRE DE LA EVALUACIÓN: "Proyecto RECONSTRUCCIÓN PTE" | |
| Lugar de auditoría: | | Tipo de auditoría: <input type="checkbox"/> Extraordinaria <input type="checkbox"/> Certificación/Previa <input type="checkbox"/> Mantenimiento Nº | |
| Hora de inicio: | | Hora de finalización: | |
| Atendió la auditoría: | | Auditor Responsable: | |
| NºRUBRO ITEM | Descripción Actividad | Plano | Observación/Comentario |
| C | ANEXO MEDICIONES | | |
| C.1 | Excavaciones, Demoliciones | | |
| C.1.1 | MBBR: Ancho y longitud de Excavación | 002 | |
| C.1.2 | Sedimentador: Ancho y Longitud de Excavación | 007 008 | |
| C.1.3 | Cañería de interconexión: Longitud Excavación | 057 | |
| C.2 | Niveles | | |
| C.2.1 | MBBR + R. de BA y Dig.: Nivel de TN (1) | | |
| C.2.2 | MBBR + R. de BA y Dig.: Nivel de excavación (2) | 002 007 | |
| C.2.3 | MBBR + R. de BA y Dig.: Nivel de relleno (3) | 008 | |
| C.2.4 | Sedimentador: Nivel de TN (1) | 037 057 | |
| C.2.5 | Sedimentador: Nivel de excavación (2) | | |
| C.3 | Hormigones: Tabiques (Espesores, longitudes)-Probetas | | |
| C.3.1 | MBBR: Espesor A | | |
| C.3.2 | Viga Perimetral | 008 013 | |
| C.3.3 | Tabique Sur: Espesor A y B | 037 | |
| C.3.4 | Pozo bombeo lodos | | |
| C.4 | Aceros: diámetros, cantidad (medir metro lineal de armadura y contar nº de barras por metro) | | |
| C.4.1 | Viga Perimetral: Aº Trans. Sup (ver solape) | 011 | C.4.9 Sedimentador: Tabique T1 N- Vertical Exterior |
| C.4.2 | Tabique T1 N- Vertical Exterior | 012 013 | C.4.11 Sedimentador: Tabique T1 N- Horizontal Exterior |
| C.4.3 | Tabique T1 N- Horizontal Exterior | 014 | C.4.13 Alambre Atar Nº16-17 |
| C.4.4 | Tabique T1 S- Horizontal Exterior | 039 040 | |

Figura 3.6.7: Planilla Registro Anexo de Mediciones

4. TRABAJO DE CAMPO

4.1 CONTROLES E INSPECCIONES GENERALES

Durante esta etapa, se procedió a verificar en terreno, si cada una de las actividades que fueron objeto de estudio en gabinete, se ejecutaron conforme a lo estipulado y contratado, a fin de comprobar que se recibirán las obras en condiciones técnicas confiables y dentro del tiempo establecido.

Se realizaron varias visitas de inspección para cotejar la ejecución de las obras, en compañía del Director Técnico de la misma y eventualmente, algún colaborador de dicha Área.

En términos generales, se pudo constatar que el grado de avance del proyecto se encontraba de acuerdo al cronograma ajustado por las partes.

Se comprobaron principalmente, las actividades ejecutadas dentro de los rubros que se evaluaron.

Por ejemplo, en el rubro Tareas Preliminares, estaba el traslado de equipos a obra, instalación de obrador, replanteo, cerco perimetral, retiro de material de relleno y extracción de árboles.

Para Movimiento de Suelos había ejecutadas excavaciones a máquina y/o manual, retiro de materiales excedentes, rampas de acceso, rellenos compactados y ensayos.

En Estructuras de Hormigón, se analizó la ejecución de hormigón de limpieza, ejecución de losa de fondo y Tabiques de H⁰A⁰ para MBBR, Sedimentador y Pozo Bombeo de Lodos, provisión y colocación de sellador de juntas y ensayos.

Asimismo, también se observó que existían materiales acopiados para darle continuidad a la construcción del proyecto, algunos dentro de depósitos y otros a la intemperie.

Después de realizar un levantamiento de las obras ejecutadas en el sitio, se procedió al análisis y evaluación de las cantidades de obras contratadas.

Durante la actividad de campo, se verificó que el Proyecto se estaba ejecutando con aceptable nivel de calidad, no obstante, se observaron algunos aspectos a revertir, y que se encuentran indicados en la sección correspondiente. (Ver detalle en Sección 5.1 “Recopilación de información. Funcionalidad y utilidad”).

A continuación, se detallan las actividades ejecutadas dentro de los rubros que involucraron el estudio.

4.1.1 Tareas preliminares de Obra

Previo a comenzar con la ejecución de la obra propiamente dicha, y una vez que se estuvo presente en el terreno donde se emplazaron luego las construcciones, se debieron hacer una serie de trabajos preparatorios que consistieron en la construcción del obrador y demarcación del sector que comprendía la obra, teniendo en cuenta el espacio necesario para el acopio de materiales y equipos, el cual debía realizarse a pie de obra. Las Figuras 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 y 4.1.6 muestran la realización de estas actividades.



Figura 4.1.1: Obrador – Oficina



Figura 4.1.2: Obrador – Herramientas y Equipos



Figura 4.1.3: Demarcación de sector de Obra



Figura 4.1.4: Sector de acopio de materiales y equipos



Figura 4.1.5: Sector de acopio de material



Figura 4.1.6: Sector cubierto de acopio de material

Se observó el cierre de la obra con cerco perimetral.

Este cerco, reunía las características para ser estable y duradero en el transcurso de la construcción y estaba de acuerdo con el diseño aprobado, empleando materiales plásticos (rejilla de PVC de 1,00m de altura), separado 0,30m del piso, y con altura total de 1,30m. Tenía puntales de madera de 2"x2" cada 3,00 m como puede observarse en las Figuras 4.1.7, 4.1.8 y 4.1.9.



Figura 4.1.7: Cerco de obra tipo rejilla



Figura 4.1.8: Cerco de obra tipo rejilla



Figura 4.1.9: Cerco de sector oeste en mal estado de conservación

También se pudo observar la colocación de señales visibles de precaución distribuidas por diferentes sectores de la obra, como lo señala la Figura 4.1.10.



Figura 4.1.10: Colocación de señales visibles de precaución

Se limpió y emparejó como lo muestra la Figura 4.1.11, el terreno que ocuparía la construcción para poder realizar las tareas con mayor comodidad, sin entorpecer el desarrollo de la obra.



Figura 4.1.11: Limpieza y nivelación del terreno

Se ejecutó el canal de desagüe provisorio, con pendiente suficiente para garantizar el drenaje del agua fuera de la zona de obra y también la construcción de zanjas y el uso de equipos necesarios para el desagote de los puntos más bajos de la obra, para evitar acumulaciones de agua. En la Figura 4.1.12 se aprecia este trabajo.



Figura 4.1.12: Construcción de zanjas y canal de desagüe

En este ítem, se realizó un relevamiento de los equipos presentes en obra para determinar si estaban acordes a las necesidades del momento, destacándose la presencia de camiones volcadores, camiones con bateas, miniexcavadoras/cargadoras, retroexcavadoras, palas frontales y una serie de equipos manuales tales como hormigoneras, martillos eléctricos, bombas de agua para desagote, instrumental topográfico, pulidoras, etc.

No se determinaron faltantes en este aspecto, que fueran necesarios cubrir con mayor cantidad o mejores características técnicas de estos equipos u otros similares.

4.1.2 Normas de Seguridad

Se pudo constatar la Aplicación de la Ley de Higiene y Seguridad, en los aspectos generales de la misma, en cuanto a los Elementos de protección personal (cascos, protección auditiva y de ojos, guantes, zapatos de seguridad, cinturones y delantales), y seguros para cada uno de los operarios.

En las figuras 4.1.13 y 4.1.14 siguientes, se aprecian las medidas de seguridad adoptadas con los EPP como cascos y cabos de vida.



Figura 4.1.13: Uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP)



Figura 4.1.14: Uso obligatorio de elementos de protección personal (EPP)

No se pudo establecer si se realizó el Programa de Prevención, con capacitación del personal y el control para el cumplimiento de dicho Programa, ya que no se encontraron registros del mismo.

Misma situación constatamos con la ejecución de la Ronda de Seguridad diaria, para verificar las tareas a realizar en el día y las medidas de seguridad correspondientes.

Con respecto a máquinas y herramientas eléctricas, se exigía conexión de descarga a tierra con tablero de obra, lo que se pudo constatar in situ en el predio de trabajo.

La PREVENCIÓN DE ACCIDENTES era responsabilidad directa y exclusiva de la empresa, por lo que se debía adoptar y extremar todos los recaudos tendientes a asegurar la prevención de estos y estaba obligada a mantener el orden y la limpieza en todo momento en las áreas de obrador y obra, para contribuir a dicha prevención. Esto se advierte parcialmente en las Figuras 4.1.15 y 4.1.16.



Figura 4.1.15: Orden en pañol y comedor para Prevención de accidentes



Figura 4.1.16: Prevención de accidentes a través del orden y limpieza en obra

4.1.3 Limpieza y replanteo, excavaciones, rellenos de terreno y compactación

En la presente sección, se realiza una descripción de todas las tareas ejecutadas con respecto al Movimiento de Suelos de la Obra, y más específicamente, con las Excavaciones y los Rellenos de terreno.

Primeramente, se ejecutó el desmalezamiento, destronque y limpieza del terreno dentro de los límites de la superficie destinada a la ejecución de las obras, atendiendo particularmente a preservar los árboles en los sectores no intervenidos para la construcción. Se retiraron algunas especies de árboles como muestran las Figuras 4.1.17 y 4.1.18, y otros se trasplantaron a lugares más alejados.



Figura 4.1.17: Desmalezamiento y destronque



Figura 4.1.18: Desmalezamiento y destronque

La remoción de la cobertura vegetal se realizó hasta una profundidad para garantizar la eliminación de todo indicio de este material. El suelo vegetal apto para utilizar como recubrimiento, se acopió en un lugar adecuado dentro del predio de la obra, para su posterior utilización.



Figura 4.1.18 bis: Eliminación de manto vegetal

El material de residuo se entregó en depósitos municipales o enterramientos habilitados para su tratamiento, pero se observaron faltantes de remitos de transporte no asegurando la ejecución efectiva de este punto.

Replanteo

Se verificó que estaba materializado el punto fijo de referencia altimétrica exterior al edificio, y que se mantuvo inamovible durante el tiempo de realización de los trabajos. Este punto que se ve en la Figura 4.1.19, se dejó plasmado sobre el cerco perimetral y correspondió a la cota 527,860.



Figura 4.1.19: Punto fijo alimétrico exterior



Figura 4.1.20: Punto fijo alimétrico exterior

A partir de él, se materializaron nuevos puntos fijos dentro del sector de obra para replantear cada una de las excavaciones, lo que vemos en la Figura 4.1.21.



Figura 4.1.21: Puntos fijos altimétricos dentro del sector de obra

Siguiendo las referencias de los planos y previo a la iniciación de las excavaciones y al trazado de las obras, se ejecutó el replanteo para asegurar la exactitud de los trabajos. Se utilizaron ejes principales fuera de obra y ejes auxiliares para cada una de las estructuras a construir.

La dirección de coordenadas “Y-Y” (norte-sur) coincidió con el cerco perimetral y la “X-X” (este-oeste), se trazó perpendicular a la anterior, materializando la progresiva 0,00 mts sobre el cordón del cerco como lo muestran las Figuras 4.1.22 y 4.1.23



Figura 4.1.22: Replanteo de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digestor



Figura 4.1.23: Replanteo de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digester

Planimétricamente se marcaron las excavaciones dentro de una tolerancia de ± 1 cm y altimétricamente, hasta las cotas indicadas en los planos ± 1 cm.

Excavaciones de Terreno

Posterior al replanteo, llegó la hora de ejecutar las excavaciones y terraplenes pertinentes, para poder concretar la realización de las construcciones.

Se trabajó de manera unificada en una excavación general en primera etapa, y luego, para lograr los niveles óptimos de las distintas unidades componentes de la obra y que son necesarias realizar para llegar a la cota de terreno final del proyecto, se hicieron excavaciones particulares para cada una.

En las Figuras 4.1.24, podemos observar que, mediante el empleo de una retroexcavadora y pala cargadora frontal, se ejecutó la excavación general.



Figura 4.1.24: Excavación unificada de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digester



Figura 4.1.25: Excavación unificada de cámaras B.A.-MBBR-D. y Digestor

Una vez que la excavación gruesa alcanzó un avance del 90%, se dio inicio a la excavación fina, al perfilado de taludes y se fue aproximando a la cota de asiento de material de reemplazo. Para esto, se utilizó una miniexcavadora que apoyaba el trabajo de la retroexcavadora.

Se colocó Nylon 200 μ en el talud sur, en un 100%, y del lado norte, de manera parcial para la protección contra la acción erosiva del agua de lluvia.



Figura 4.1.26: Excavación fina y perfilado de taludes



Figura 4.1.27: Colocación de Nylon 200 μ en taludes norte y sur



Figura 4.1.28: Excavación final de rampa de acceso y sedimentador

Luego, se ajustaron los valores de cotas hasta alcanzar los de proyecto, agregando o eliminado material, según corresponda. Una vez alcanzada la cota de proyecto, se realizó el escarificado y compactado de fondo de excavación al 95% Proctor T99 y se colocó Geotextil en los sectores intervenidos.

Fue posible verificar el volumen de excavación midiendo las longitudes y anchos de la misma, y mediante la nivelación de terreno natural y fondo de la estructura, se obtuvo la diferencia de cota para computar dicho volumen.

Así para MBBR+BA+D, se verificó un ancho de 13,80 mts, longitud de 35,50 mts y un nivel de 5,48 mts (Nivel A:526,565- Nivel B:521,085) y para Sedimentador, las medidas fueron 13,80 mts de ancho, 9,47 mts de longitud y la altura de 6,25 mts (Nivel A:526,40- Nivel B:520,15).

Con estos datos, se computó el volumen de excavación.

No fue posible verificar en obra la realización de un enripiado, por el grado de avance de la misma.

Rellenos de terreno

Finalizadas las excavaciones, fue necesario cubrir los sectores de las futuras estructuras, con suelo seleccionado hasta los niveles establecidos en los planos.

También se realizó el relleno de las excavaciones excedentes que fueron necesarias para ejecutar las obras, hasta el nivel del terreno natural.

Se prorrataron las sobre excavaciones realizadas para ejecutar las estructuras, terraplenes, taludes internos y el relleno entre la excavación y la estructura, con suelo seleccionado.

Fue necesario ejecutar una Sub Rasante de suelo-cal con la compactación y el estabilizado químico adecuados, para alcanzar la capacidad soporte requerida. Se utilizó un mejoramiento con destape de cantera, de 1 metro de espesor sobre dicha Sub Rasante, obtenida mediante la colocación de capas de relleno de 20 cm de espesor cada una tal como podemos apreciar en las Figuras 4.1.28



Figura 4.1.29: En Cámara B.A.-MBBR-D. relleno con destape granular



Figura 4.1.30: En Cámara B.A.-MBBR-D.: colocación de Geotextil y relleno con destape granular



Figura 4.1.31: En Sedimentador: relleno con destape granular

Compactación

Se trabajó con un vibro compactador autopulsado de doble tambor, de 4500 kg.

Para lograr una compactación adecuada, fue necesario controlar permanentemente los niveles de humedad del suelo.

En las Figuras 4.1.32, 4.1.33 y 4.1.34 se observa el trabajo de compactación en cada una de las unidades componentes de la obra.



Figura 4.1.32: Compactación en B.A.-MBBR-D



Figura 4.1.33: Compactación en B.A.-MBBR-D



Figura 4.1.34: Compactado de sedimentador

4.1.4 Instrumental, maquinaria y equipos. Ensayos de suelos.

Para asegurar la calidad de los trabajos, es necesario contar con el equipamiento adecuado, razón por la cual, este punto fue abordado y revisado también en la evaluación en campo.

Se pudo determinar que, para el replanteo, la señalización de los puntos fijos y las cotas se utilizó un nivel óptico con la correspondiente mira, jalones y trípode. Las cintas métricas, odómetro y distanciómetro también estaban presentes para el cómputo métrico y demás tareas.

En cuanto a la maquinaria, se usaron acorde a cada tarea.

Como ejemplo, podemos citar que para las grandes excavaciones se contó con una retroexcavadora y los camiones con bateas en cantidad adecuada para la extracción del material.

Las minicargadoras y cargadoras frontales, también se usaron a la hora de las tareas

de excavación fina y perfilado de taludes, para finalizar con el compactador a rodillo cada una de las capas de relleno, y también la subrasante.

Ensayos

Con suficiente antelación respecto a la realización de los trabajos, se ejecutó el ensayo Proctor al suelo natural, y a los distintos tipos de rellenos, para determinar los porcentajes de compactación y grados de humedad de las capas de relleno a ejecutar, mostrándose los mismos en la Figura 4.1.35 que se observa debajo.

El material se ensayó además, para conocer Granulometría, Límites de Atterberg e Identificación.

| | | |
|---|---|----------------------------|
| Proctor de Referencia (subrasante) | $\gamma_{\text{máximo}}$: <u>1,65</u> gr/cm ³ | ω_0 : <u>15,5</u> % |
| Proctor de Referencia (destape granular) | $\gamma_{\text{máximo}}$: <u>2,15</u> gr/cm ³ | ω_0 : <u>6,9</u> % |

Figura 4.1.35: Ensayos Proctor de referencia

Luego de los trabajos de excavaciones, fueron necesarios ejecutar los rellenos que se compactaron para poder asentar las estructuras. Se utilizó un mejoramiento con destape de cantera, de 1 metro de espesor, obtenida mediante la colocación de capas de relleno de 20 cm de espesor cada una y aplicadas sobre la Sub Rasante.

Para aprobar estos suelos de apoyo y asegurar que se haya alcanzado la capacidad soporte requerida, se realizaron en obra los ensayos de control de densidad de campo por cono de arena (ASTM-D1556-64) en cada capa de material colocado, para compararlos a los resultados obtenidos con el Ensayo Proctor de Referencia.

A modo de ejemplo, algunos resultados de estos ensayos pueden observarse en las Figura 4.1.36 y 4.1.37 a continuación.

Obra: **Planta de Tratamiento de Efluentes**

Fecha: 04/03/2017
Sector: 1
Capa: 1

$V_{\text{cono inf.}}$ = cm³

| Proctor de Referencia | | |
|--------------------------|------------|----------|
| | Subrasante | Granular |
| $\gamma_{\text{máximo}}$ | 1,65 | 2,15 |
| ω_0 | 15,5 | 6,9 |

Muestra: 5C
Tarro: 4
 γ_{Arenas} : 1,343 gr/cm³

W arena en cilindro: 8318 gr
W arena en cono inf.: 1553 gr
W arena en tarro: 392 gr
W arena en pozo: 6373 gr
V suelo húmedo: 4745 cm³
W suelo húmedo: 9824 gr

γ_{sh} : 2,07 gr/cm³

Pesafiltro N°: W_i: 221 gr

W_i+W_{sh}: 588 gr
W_i+W_{ss}: 573 gr
W_{ss}: 15 gr
W_{ss}: 352 gr
 ω_0 : 4,3 %
 γ_{ss} : 1,99 gr/cm³

Compactación: %

Figura 4.1.36: Planilla de ensayo de suelo

| DENSIDAD IN SITU (CONO DE ARENA) | | Hoja 2 de 3 | |
|---|--|---|--|
| Proyecto: | Ensayos de campo para nueva planta de tratamiento | Trabajo N° | 10_15 |
| Ubicación: | Colonia Carova-Córdoba | Fecha: | 02/03/17 |
| Suelo tipo: | Subrasante con suelo cal y suelo "destape" granular- Distintos sitios según Croquis N° 3 | | |
| $V_{\text{cono inferior}} =$ | <u>299,9</u> cm ³ | Proctor de Referencia (subrasante) | $\gamma_{\text{máximo}}:$ <u>1,65</u> gr/cm ³ $\omega_0:$ <u>15,5</u> % |
| $W =$ Peso en [gr] | | Proctor de Referencia (destape granular) | $\gamma_{\text{máximo}}:$ <u>2,15</u> gr/cm ³ $\omega_0:$ <u>6,9</u> % |
| $V =$ Volumen en [cm ³] | | Proctor de Referencia | $\gamma_{\text{máximo}}:$ <u>-</u> gr/cm ³ $\omega_0:$ <u>-</u> % |
| | | Proctor de Referencia | $\gamma_{\text{máximo}}:$ <u>-</u> gr/cm ³ $\omega_0:$ <u>-</u> % |
| Muestra: Granular | 5C | Muestra: Granular | 8N |
| Tarro : | <u>T7</u> | Tarro : | <u>T8</u> |
| $\gamma_{\text{arena}} :$ | <u>1,45</u> gr/cm ³ | $\gamma_{\text{arena}} :$ | <u>1,45</u> gr/cm ³ |
| $W_{\text{arena en cilindro}} :$ | <u>1500,0</u> gr | $W_{\text{arena en cilindro}} :$ | <u>1500,0</u> gr |
| $W_{\text{arena en cono inferior}} :$ | <u>434,9</u> gr | $W_{\text{arena en cono inferior}} :$ | <u>434,9</u> gr |
| $W_{\text{arena en tarro}} :$ | <u>702,0</u> gr | $W_{\text{arena en tarro}} :$ | <u>603,0</u> gr |
| $W_{\text{arena en pozo}} :$ | <u>363,1</u> gr | $W_{\text{arena en pozo}} :$ | <u>462,1</u> gr |
| $V_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>250,4</u> cm ³ | $V_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>318,7</u> cm ³ |
| $W_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>505,0</u> gr | $W_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>708,0</u> gr |
| $\gamma_{\text{sh}} :$ | <u>2,02</u> gr/cm ³ | $\gamma_{\text{sh}} :$ | <u>2,22</u> gr/cm ³ |
| Muestra: Granular | 8S | Muestra: Granular | 8S |
| Tarro : | <u>T9</u> | Tarro : | <u>T9</u> |
| $\gamma_{\text{arena}} :$ | <u>1,45</u> gr/cm ³ | $\gamma_{\text{arena}} :$ | <u>1,45</u> gr/cm ³ |
| $W_{\text{arena en cilindro}} :$ | <u>1500,0</u> gr | $W_{\text{arena en cilindro}} :$ | <u>1500,0</u> gr |
| $W_{\text{arena en cono inferior}} :$ | <u>434,9</u> gr | $W_{\text{arena en cono inferior}} :$ | <u>434,9</u> gr |
| $W_{\text{arena en tarro}} :$ | <u>649,0</u> gr | $W_{\text{arena en tarro}} :$ | <u>649,0</u> gr |
| $W_{\text{arena en pozo}} :$ | <u>416,1</u> gr | $W_{\text{arena en pozo}} :$ | <u>416,1</u> gr |
| $V_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>287,0</u> cm ³ | $V_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>287,0</u> cm ³ |
| $W_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>661,0</u> gr | $W_{\text{suelo húmedo}} :$ | <u>661,0</u> gr |
| $\gamma_{\text{sh}} :$ | <u>2,30</u> gr/cm ³ | $\gamma_{\text{sh}} :$ | <u>2,30</u> gr/cm ³ |
| Pesafiltro N°: | <u>V11</u> W_r (gr): <u>13,0</u> | Pesafiltro N°: | <u>V14</u> W_r (gr): <u>11,0</u> |
| $W_r + W_{\text{sh}} :$ | <u>100,0</u> gr | $W_r + W_{\text{sh}} :$ | <u>147,0</u> gr |
| $W_r + W_{\text{ss}} :$ | <u>95,0</u> gr | $W_r + W_{\text{ss}} :$ | <u>137,0</u> gr |
| $W_w :$ | <u>5,0</u> gr | $W_w :$ | <u>10,0</u> gr |
| $W_{\text{ss}} :$ | <u>82,0</u> gr | $W_{\text{ss}} :$ | <u>126,0</u> gr |
| $\omega_n :$ | <u>6,1</u> % | $\omega_n :$ | <u>7,9</u> % |
| $\gamma_{\text{es}} :$ | <u>1,90</u> gr/cm ³ | $\gamma_{\text{es}} :$ | <u>2,06</u> gr/cm ³ |
| Compactación | <u>88</u> % | Compactación | <u>96</u> % |
| | | Compactación | <u>102</u> % |

Figura 4.1.37: Planilla de ensayo de suelo

Para cada sector de obra (MBBR, Sedimentador, etc.), se realizó un croquis con la configuración usada para establecer el lugar donde se realizarían los ensayos de cada capa y de esa manera, establecer con los resultados a la vista, qué trabajo y en qué lugar debía realizarse para corregir los desvíos. Un modelo de estos croquis se aprecia en la Figura 4.1.38 a continuación.

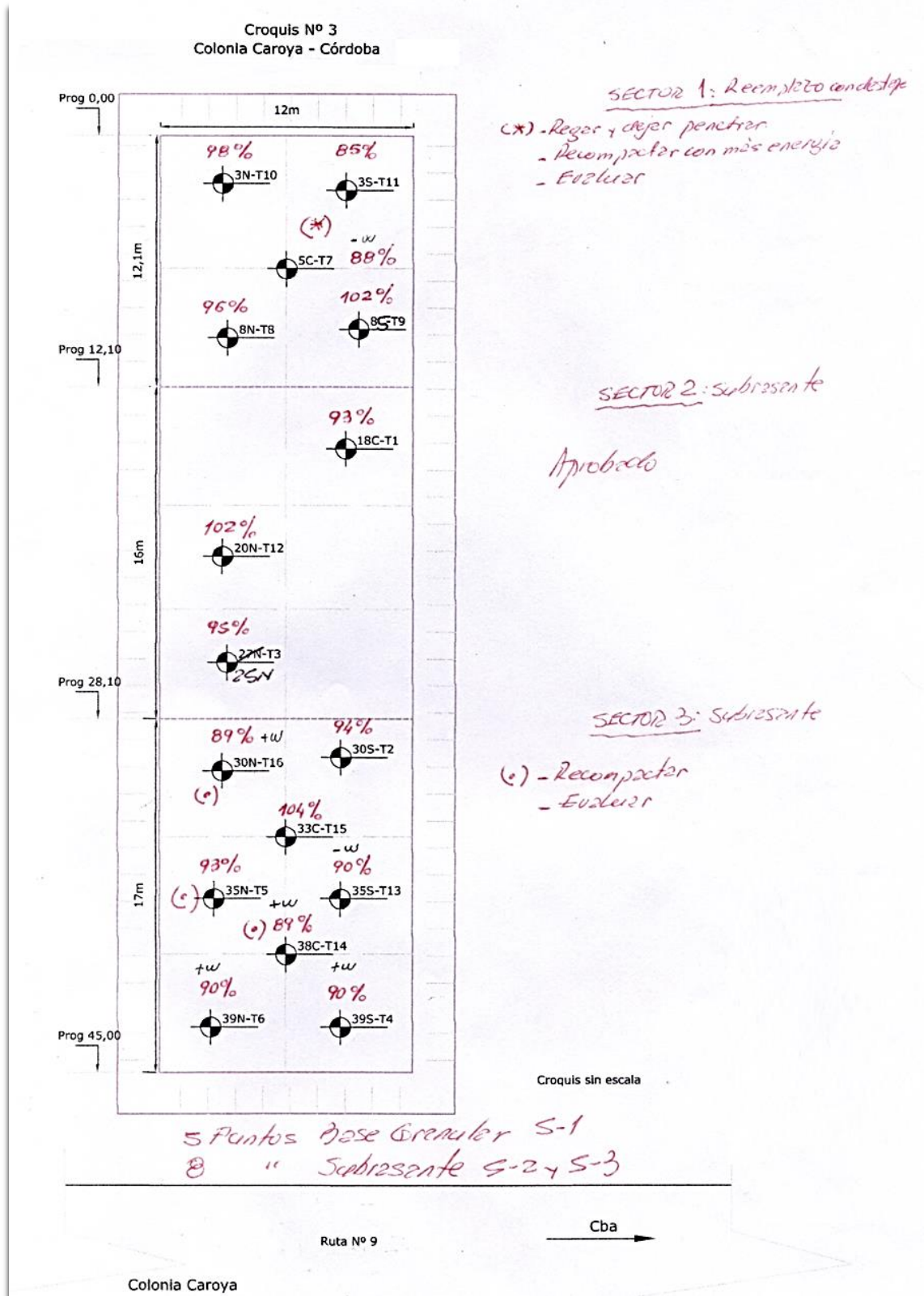


Figura 4.1.38: Planilla con croquis de ensayos de suelo

Luego de analizar las planillas de resultados, y teniendo en cuenta que de la totalidad de los ensayos correspondientes a una capa, se admitía que sólo uno de ellos presente valores inferiores al exigido, y que la diferencia no debía superar el 5% de la densidad seca, se levantó este punto como una no conformidad ya que se observaron ensayos sin alcanzar los porcentajes de compactación requeridos y también se observó la falta de los resultados de los nuevos ensayos, realizados en los sectores con deficiencias en ensayos anteriores.

Por ejemplo, en la planilla de la Figura 4.1.38 que se anexó en la página anterior, vemos que en el sector dos, se realizaron tres ensayos y uno de ellos da como resultado 93% de compactación, por lo que se debía escarificar la capa correspondiente y reconstituir la misma, en cambio la dirección de obra lo dio por aprobado.

Algunas imágenes de los ensayos se observan en la Figura 4.1.39.



Figura 4.1.39: Ejecución de ensayos

4.1.5 Ejecución de Obras de Estructuras de Hormigón Armado

Se analizaron en esta sección, las estructuras de H^oA^o que se fueron ejecutando en la obra durante el período de estudio.

Teniendo en cuenta que el objeto de este trabajo no es hacer una descripción detallada de los procesos constructivos, sino reflejar el nivel de ejecución comparando

principalmente que lo construido refleje exactamente los planos, y hacer las observaciones en caso que esto no ocurriese, se tomaron en cuenta las siguientes estructuras para analizar:

- Cámaras MBBR, BARROS ACTIVADOS Y DIGESTOR
- SEDIMENTADOR y POZO DE BOMBEO

Las próximas imágenes que se observan desde la Figura 4.1.40 hasta la 4.1.48, se refieren a los procesos de hormigonado en la cámara de reactores y sedimentador.



Figura 4.1.40: Hormigón de Limpieza, armadura y encofrado para hormigonar solera y arranque de tabique de Cámara de Reactores



Figura 4.1.41: Hormigón en solera y arranque de tabique de Cámara de Reactores



Figura 4.1.42: Encofrado EFCO para tabiques de Cámara de Reactores. Primera etapa.



Figura 4.1.43: Hormigonado de tabiques de Cámara de Reactores, hasta los 2.40 m de altura



Figura 4.1.44: Hormigonado de tabiques de Cámara de Reactores, hasta altura final



Figura 4.1.45: Armadura de pasarelas de Cámara de Reactores



Figura 4.1.46: Hormigonado parte inferior de Sedimentador



Figura 4.1.47: Hormigonado tabiques de Sedimentador



Figura 4.1.48: Hormigonado última etapa tabiques de Sedimentador y columna central

Los materiales empleados comprendieron hormigón simple, tipo H-8, H-17 y H-21 y acero ADN-420 para las armaduras.

A pesar de que hay distintos tipos de estructuras en H^ºA^º, siempre existen consideraciones generales que se deben tener en cuenta al evaluar los trabajos con este tipo de material. Algunas de ellas son:

- Doblado de barras de acero para las armaduras
- Armado de los elementos estructurales
- Armado del encofrado
- Elaboración del Hormigón y transporte a obra (H. Elaborado)
- Transporte dentro de la obra, colocación y densificación
- Curado y desencofrado

Con el análisis de las estructuras realizado en gabinete, y con aspectos bien definidos que se iban a cotejar en la obra, se revisaron los encofrados, las condiciones de hormigonado, la maquinaria y equipos al momento de hormigonar, los certificados de fabricación de los materiales empleados tanto para el hormigón como para armaduras y sus condiciones de acopio. En cuanto a las barras de acero que constituyen las armaduras de las estructuras de hormigón armado se revisaron las longitudes de anclaje y empalme, diámetro de mandril de doblado de ganchos o curvas, para que se respeten los mínimos y separaciones.

Otros aspectos que se tuvieron en cuenta fueron los resultados de los ensayos tanto del hormigón fresco como del endurecido, revisándose el asentamiento, contenido de aire y temperatura en el húmedo, y resistencia a compresión para el endurecido.

Los Ítems donde se pudieron relevar algunas anomalías fueron en la ejecución de los Tabiques de H^ºA^º de MMBR, con espesor promedio de 38cm y Hormigón H-21 y Acero ADN-420, ya que se observó que la separación de las barras de acero de los tabiques N^º1, tanto Norte como Sur era de 1φ 16 c/18 cm, siendo el requerimiento de 1φ 16 c/15, lo que se comprobó antes de hormigonar como muestran las Figuras 4.1.49 y 4.1.50. Además, se presentaba en el tabique N^º1 Norte, un volumen de hormigón con segregaciones.



Figura 4.1.49: Separación excesiva de armaduras



Figura 4.1.50: Separación excesiva de armaduras

También en la ejecución de la Losa Fondo de H^ºA^º del sedimentador, se verificó que el espesor en los planos debía ser de e:25cm y lo encontrado in situ alcanzaba los 22 cm. Otro elemento donde se verificó un desvío fue en el Pozo de Bombeo ya que las dimensiones de los tabiques que deberían tener 18 cm, excedían las establecidas en los planos al alcanzar los 25 cm.

Relacionado al Hormigón Armado mencionamos que las barras de acero se encontraron almacenadas a la intemperie, sin disponer para el acopio, de un sector donde el material no tome contacto con el suelo.

En lo que se refiere a los ensayos del H°, se realizó correctamente el registro de cada uno de los arribos de camiones, con sus volúmenes, asentamiento, ubicación del hormigón colado, número de probeta, horarios de inicio y fin de descarga tal como muestra la planilla que se adjunta en la Figura 4.1.51

| PLANILLA DE HORMIGON | | | | | | | | | |
|--|------|--------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|------------|--------|--------------------------|
| FECHA | TIPO | VOLUMEN (m³) | ASENTAMIENTO | DESTINO | TIPO DE PIEZA Y UBICACION | REMITO N° | PROBETAS | | OBSERVACIONES |
| | | | | | | | N° | Ensayo | |
| 30/04/02 | H21 | 8,00 | 16,5 | SUBERA REACTIVOS y TRAYEYES | " " " " | 03-3882 | 01/01/3882 | | 06:20 / 08:18 / 08:50 |
| " | " | 8,50 | 13,5 | " " " " | " " " " | 04-3883 | 03-44/3883 | | 04:42 / 06:40 / 05:08:42 |
| " | " | 8,50 | 13,0 | " " " " | " " " " | 03-3884 | 05-06/3884 | | 7:19 / 09:45 / 08:55 |
| " | " | 8,50 | 15,0 | " " " " | " " " " | 03-3887 | 07-08/3887 | | 08:34 / 09:50 / 10:05 |
| " | " | 8,50 | 16,0 | " " " " | " " " " | 03-3888 | 09 / 3888 | | 08:46 / 10:09 / 10:24 |
| " | " | 8,00 | 13,0 | " " " " | " " " " | 03-3890 | 10 / 3890 | | 09:41 / 10:26 / 10:38 |
| " | " | 8,00 | 15,0 | " " " " | " " " " | 03-3889 | 11 / 3889 | | 08:55 / 10:39 / 10:46 |
| " | " | 8,00 | 14,0 | " " " " | " " " " | 03-3892 | 12 / 3892 | | 9:20 / 10:49 / 10:57 |
| " | " | 8,00 | 13,0 | " " " " | " " " " | 03-3893 | 13 / 3893 | | 9:29 / 10:01 / 10:07 |
| " | " | 8,00 | 15,0 | " " " " | " " " " | 03-3894 | 14 / 3894 | | 9:35 / 11:12 / 11:21 * |
| " | " | 8,00 | 14,0 | " " " " | " " " " | 03-3895 | 15 / 3895 | | 9:43 / 11:24 / 11:31 |
| " | " | 8,00 | 14,00 | " " " " | " " " " | 03-3896 | 16 / 3896 | | 9:49 / 11:31 / 11:46 * |
| " | " | 8,00 | 14,00 | " " " " | " " " " | 03-3897 | 17 / 3897 | | 10:01 / 11:50 / 12:00 * |
| " | " | 8,00 | 15,00 | " " " " | " " " " | 03-3898 | 18 / 3898 | | 10:27 / 12:05 / 12:14 |
| " | " | 8,00 | 15,00 | " " " " | " " " " | 03-3902 | 19 / 3902 | | 11:24 / 12:14 / 12:20 |
| TOTAL 122m³ ⇒ 154 ⇒ TIEMPO HORAS 100 L h ⇒ NOMIA OTRA 25/04/02 | | | | | | | | | |
| 01/05/02 | H21 | 8,00 | 12,5 | TRAYEYES 1º MESTRIZ | " " " " | 32-4604 | 20-21/4604 | | 05:36 / 07:30 / 07:30 |
| " | " | 8,00 | 12,5 | " " " " | " " " " | 32-4605 | 22-23/4605 | | 05:56 / 07:35 / 07:43 ① |
| " | " | 8,00 | 13 | " " " " | " " " " | 32-4606 | 24-25/4606 | | 06:34 / 09:02 / 09:25 |
| " | " | 8,00 | 13,5 | " " " " | " " " " | 32-4607 | 26-27/4607 | | 07:06 / 09:34 / 09:49 |
| " | " | 8,00 | 13 | " " " " | " " " " | 32-4608 | 28-29/4608 | | 07:40 / 09:56 / 10:02 |
| " | " | 8,00 | 12,5 | TRAYEYES 1º MAA | " " " " | 32-4609 | 30-31/4609 | | 08:19 / 10:10 / 10:28 |
| " | " | 8,00 | 14 | " " " " | " " " " | 32-4611 | 32-33/4611 | | 10:05 / 10:38 / 10:49 |
| " | " | 8,00 | 14,5 | " " " " | " " " " | 32-4615 | 34-35/4615 | | 09:34 / 10:55 / 11:09 |
| " | " | 8,00 | 14 | " " " " | " " " " | 32-4617 | 36-37/4617 | | 09:53 / 11:14 / 11:24 |

Figura 4.1.51: Planilla de Hormigón

Pero, si bien se encontraron las planillas con los resultados de estos ensayos, y se observó que la confección y almacenamiento de las probetas en un primer momento eran los apropiados como lo muestra la Figura 4.1.52, ya que existía el espacio necesario para el acopio de las muestras (probetas) y para controlar su curado, el mismo no se realizaba de manera correcta, no pudiendo garantizar así, la confiabilidad de estos resultados tal como se puede observar en la Figura 4.1.53.



Figura 4.1.52: Confección y almacenamiento de las probetas



Figura 4.1.53: Acopio y control de curado de probetas de H°

4.1.6 Cronogramas de avance de Obra, cómputos métricos y certificaciones

Vamos a hacer referencia a estos puntos ya que son de extrema importancia y se han observado algunas deficiencias a tener en cuenta.

Con respecto a los aspectos relacionados con los tiempos insumidos en la ejecución de la obra, teníamos para la Obra Civil un Plazo oficial de 240 días, con fecha de inicio el 01/01/2017 y fecha de finalización prevista el 28/08/2017.

Al darse comienzo a la obra, se encontraron en las primeras demoliciones y excavaciones, estructuras que no se habían relevado con anterioridad y por ende no se contaba con la documentación certera acerca de las mismas, y otras instalaciones existentes las cuales eran sumamente necesarias debido a que en la zona en que se iba a implantar la edificación, estas cañerías continuarían funcionando. Ante la problemática se tuvieron que realizar excavaciones de forma manual a modo de sondear la zona, lo cual produjo un atraso de 23 días.

La otra cuestión que impactó de forma considerable en los plazos de obra, como ya se expresó en el apartado 3.4, estuvo relacionada con la cuestión climática por las abundantes lluvias registradas durante los primeros meses del año.

Los días que efectivamente llovió en esos primeros meses de la obra fueron 36.

Entonces si sumamos los 23 días de retraso debido a las demoliciones no previstas y los 36 correspondientes a las lluvias, y teniendo en cuenta que algunos días posteriores a los de lluvia no se pudo trabajar, se llega al atraso de los 70 días que se nombraban en aquel apartado, como justificados de retraso de obra.

Los cronogramas con sus diagramas de Gantt, debían ser actualizados planificando las nuevas fechas para cada una de las tareas, y esa actividad no se llevó a cabo hasta nuestro relevamiento.

Otro de los temas relevantes en la obra son los cómputos métricos. Para poder realizar un cómputo correcto y así certificar lo que corresponde, hace falta tener una claridad y precisión acerca de cómo se fueron ejecutando las obras, ya que muchas de ellas quedan ocultas y si no existió un registro adecuado, se hace imposible la constatación de dicho cómputo.

Esta ha sido una labor muy bien ejecutada en lo que a registros se refiere, anexando a los planos, planillas como las que pueden verse en la Figura 4.1.54, 4.1.55 y 4.1.56,

donde existe un detalle de la actividad realizada y computada para evitar confusiones al momento de la certificación.

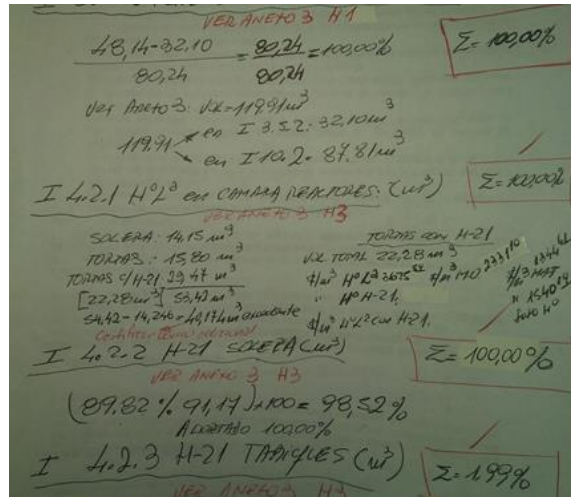


Figura 4.1.54: Planilla anexa de cómputo métrico para H° de limpieza Cámaras

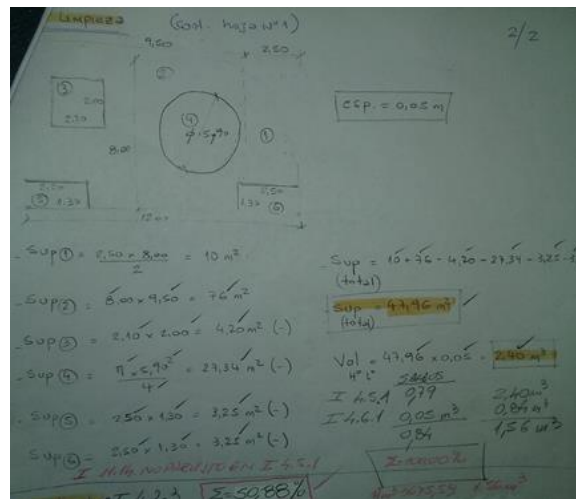


Figura 4.1.55: Planilla anexa de cómputo métrico para H° limpieza Sedimentador

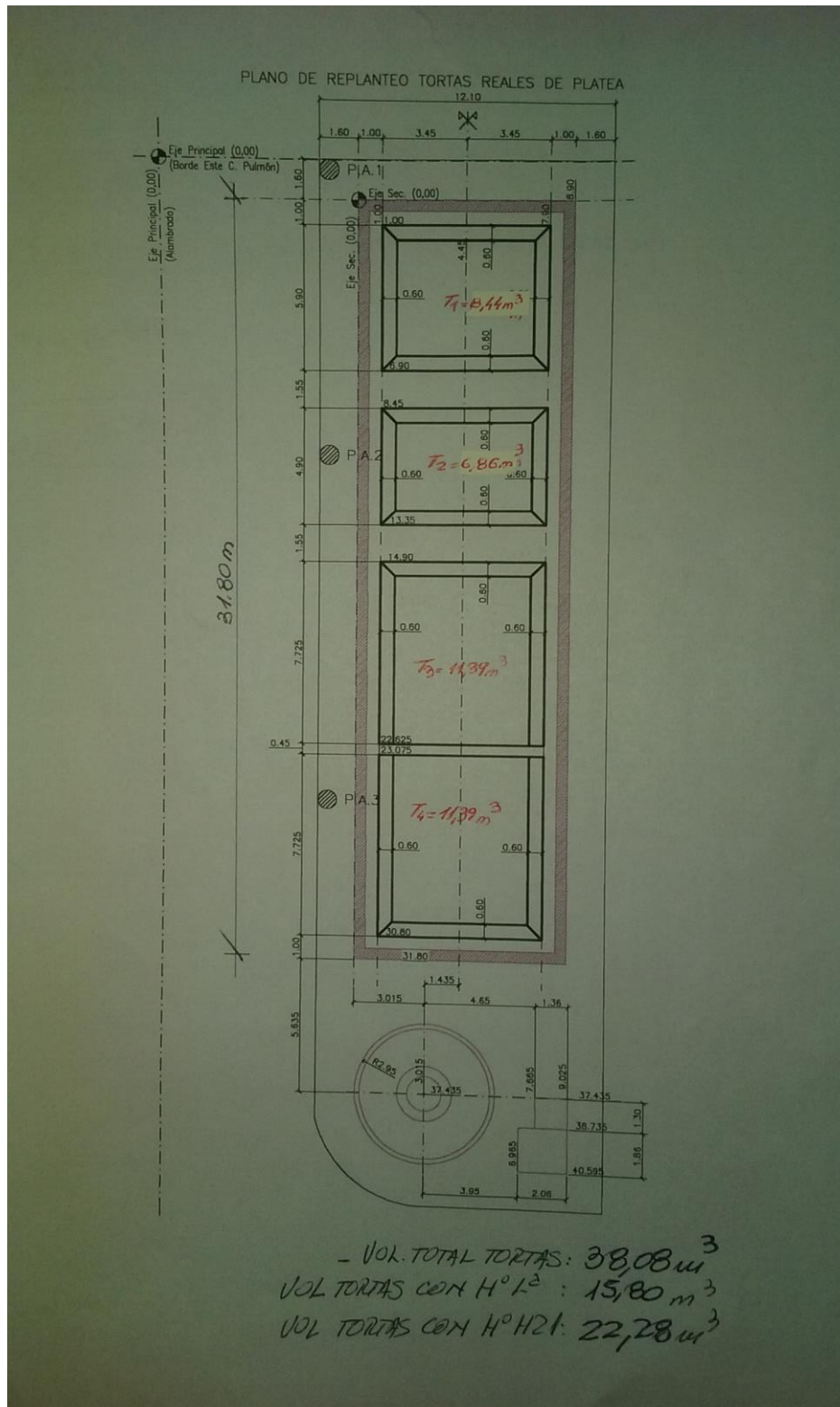


Figura 4.1.56: Planilla anexa de cómputo métrico para Cámara de Reactores

Para poder evaluar estos cálculos y controlar la precisión de los mismos, se implementaron las planillas de mediciones en obra, tal como se expuso en el punto 3.6.3 de este trabajo.

Con toda esta información relevada, se comenzó a evaluar el proceso de certificación, revisando en cada uno de los certificados, los ítems ejecutados y todos los certificados. Comprobar la exactitud y veracidad de las certificaciones, desarrolladas durante la ejecución del Proyecto, así como la respectiva documentación de respaldo, es clave. Para alcanzar este objetivo, se desarrolló en el trabajo de campo, el relevamiento de las tareas realizadas en obra y la revisión de los métodos constructivos según el diseño, para detectar anomalías y/o desvíos en las obras auditadas, tanto en recursos económicos como en especificaciones de obra.

Así, se pudo comprobar algunas deficiencias en este sentido tales como la no certificación de los Ítems 3.13 y el 6.3, que tienen un avance del 82,24% y del 25,00%, y aparecen sin certificación alguna, como se expuso en el apartado 3.5

También se encontró que el Ítem 4.1 (Pozo bombeo) aparece certificado, pero al momento de nuestro trabajo de campo, no había sido ejecutado aún el Ítem.

También se constató que, dentro de un Ítem de ejecución de cajas eléctricas, apareció certificada la construcción de una cámara séptica para baños de un puesto de control.

Todo esto se relevó y documentó como correspondía en las planillas de registro de incumplimientos (Ver en apartado 3.6.1, Figura 3.6.6 y 3.6.7: Registro No conformidades/Observaciones/Deficiencias (Modelo) - Registro Anexo de Mediciones (Modelo)).

De ellas desarrollaremos los resultados en el siguiente apartado

5. INFORME DE HALLAZGOS

5.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN. FUNCIONALIDAD Y UTILIDAD

Una vez confeccionadas y completadas las Planillas de Hallazgos tanto en Gabinete como en Obra, fue necesario ordenar, procesar y calificar toda esta información disponible.

Es aquí donde aparece este informe que agrupa todo lo relevado y detalla cada hallazgo. Para tener una comprensión acabada de cada uno de estos hallazgos, al describirlos se hace referencia a la irregularidad propiamente dicha, y al Ítem que origina esta revisión. Esta recopilación, nos permite contar con todas las particularidades relevadas en un solo lugar, evitando la necesidad de numerosas planillas que por un lado hacen engorroso la ubicación de la información y por otro, no se encuentran en buen estado por la manipulación sufrida en obra.

Tenemos tres categorías de ítems; la categoría “A” que se refiere a trabajos y actividades Administrativas, la “B” que hace referencia a cuestiones relacionadas a la Calidad y los “numerados” que son los rubros con sus ítems como se describen en el contrato.

De esta manera, tenemos el informe de la página siguiente presentado en las Tablas 5.1.1 y 5.1.2.

| <i>Hallazgos: Revisión en Gabinete</i> | |
|--|---|
| A.1 | Archivo de Pliego G. de Condiciones y Pliego Particular de Especificaciones Técnicas - No se garantiza contar con la totalidad de los Documentos integrantes del Contrato, por las siguientes evidencias: Se presenta desorden de planillas de cotización por proveedor en Estructuras Metálicas La planilla de cotización de Movimiento de Suelos, no coincide con la Orden de Compra Se expresa la planilla de cotización en diferentes monedas (\$) y U\$S) dificultando poder compararlas entre proveedores y con el presupuesto No se encuentra planilla de cotización de Estructuras Metálicas definitiva (lo contratado) No se encuentra Planillas de cotización de Movimiento de Suelo definitiva (lo contratado). |
| A.2 | Documentación gráfica: Planos No se garantiza contar con la totalidad de la información actualizada, por la siguiente evidencia: Falta plano N°066 versión A, con fecha 10/03/2017, según lo establece el punto 9.1 del PCG. |
| A.6 | Reunión en Obra: Frecuencia de realización, temas tratados. Actividades diarias/semanales/mensuales planificadas. Comparación con lo proyectado No se evidencia la realización de la Ronda de Seguridad, según lo establece el punto 2.1.2.1 del PCG y su registro en la “ Planilla de actividades diarias ”. |

Tabla 5.1.1: Tabla de Hallazgos de Revisión en Gabinete

| | |
|------|---|
| A.7 | No se asegura mantener completo y actualizado el Legajo del Proyecto de referencia, por las siguientes evidencias: Ausencia del Certificado N°4, que no está formando parte integrante del Legajo No están archivadas las facturas correspondientes a los Certificados N°2, N°3 y N°4 |
| A.9 | Libro de obra: Orden de Servicios (OS) digital o manual. En Informe Técnico N°24, se redacta OS N°14 por "Trabajo en altura-Anomalías preventivas". Se evidencia Órdenes de Servicio, confeccionadas manualmente, sin las firmas correspondientes de la Contratista según lo establece el punto 3.2 del PCG. |
| A.10 | Informes Técnicos (IT): último vigente y precedentes. Faltan informes semanales (semanas 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 18) Se evidencia la ausencia de los IT de las semanas 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 y 18. |
| A.11 | Fotografías: faltantes semanas 15 a 19, 24 al 26 Se evidencia que no están disponibles los registros fotográficos correspondientes a las semanas 15, 16, 17, 18, 19, 24, 25 y 26. |
| B.1 | Certificados de recepción de material de limpieza/excavación excedente. Se evidencia ausencia de certificados/permisos por Desmalezamiento y Limpieza del Terreno según lo establece el punto 2.1.1 del PPET y por Depósito de los Materiales Extraídos de las Excavaciones según lo establece el punto 2.4.8 del PPET. Esta observación se releva para los ítems 3.2.1, 3.5.1 y 3.11.1 que componen el Rubro 3 (Movimiento de Suelos) de la planilla de Cotización. |
| B.2 | Certificados de recepción de material de demolición excedente. Se evidencia ausencia de certificados/permisos por Depósito de los Materiales Excedentes de Obra según lo establece el punto 3 del PPET. Esta observación, se releva para cada uno de los ítems, que componen el Rubro 2 (Demoliciones) de la planilla de Cotización. |
| B.3 | Materiales: Certificados de fabricación de Aceros que llegan a la obra. Aprobación de la Inspección, de acopio de materiales (áridos finos y gruesos). Se evidencia que el material "Acero para Armaduras" fue recibido con las Etiquetas de Fabricación, pero no se constatan los Certificados de Fabricación (dos copias en cada caso), según lo establece el punto 4.2.1 del PPET |

Tabla 5.1.1: Tabla de Hallazgos de Revisión en Gabinete (continuación)

| Hallazgos: Revisión en Campo | |
|-------------------------------------|--|
| 1.1.2 | Provisión y colocación Cerco Perimetral en sector de trabajo. Replanteo de zona a intervenir. No se asegura estabilidad y durabilidad del cerco perimetral, como establece el punto 1.10 de PPET, ya que presenta en la cara oeste, un amplio sector (20 mts. aproximadamente) donde la tela cubre cerco, se encuentra deteriorada y sin la sujeción adecuada. Ver Imagen N° 1 en Sección ANEXOS |

Tabla 5.1.2: Tabla de Hallazgos de Revisión en Campo

| | |
|-------|---|
| 1.1.3 | <p>Cumplimiento de Normas de Seguridad e Higiene de la Empresa. Mostrar método de cálculo de % de ejecución de este Ítem, para Certificación. No se asegura que la certificación de este Ítem, que corresponde realizarse un 20% en el Certificado N°1 y un 8% en los diez Certificados siguientes de manera consecutiva, se realice correctamente; ya que se evidencia en Certificado N°4 un 0% de certificación en el ítem. La Dirección de Obra manifiesta que por error se incluyó en Certificado N°4, el 8% en el Ítem 1.1.1, que será descontado en Certificado N°5.</p> |
| 1.2.2 | <p>Ejecución de ensayos de densidad por método de Equivalente de Arena. A ejecutar para aprobación de cada capa compactada, de acuerdo a Indicaciones de la Inspección. No se asegura, según requerimientos de los puntos 2.3, 2.5 y 2.6 de PPET, alcanzar la densidad mínima necesaria como un porcentaje de la densidad normal, en los suelos aportados y mejorados que se han utilizado (Ej.: Relleno Tipo 1 –suelo “destape” granular-compactado al 95% del ensayo Proctor T-180 en capas de 20 cm de espesor máximo) ya que se evidencian resultados de ensayos que están por debajo de este porcentaje requerido. Ver Planilla N° 1, N° 2 y N°3 en Sección ANEXOS</p> |
| 3.2.2 | <p>Relleno tipo 1: Relleno compactado con suelo-cemento (cemento al 7% en peso), compactado al 98% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor máximo. (Ver modificación Plano 7). Explicar método para verificar compactado de suelo. No se asegura, según requerimientos de los puntos 2.3, 2.5 y 2.6 de PPET, alcanzar la densidad mínima necesaria como un porcentaje de la densidad normal, en los suelos aportados y mejorados que se han utilizado (Ej.: Relleno Tipo 1 –suelo “destape” granular-compactado al 95% del ensayo Proctor T-180 en capas de 20 cm de espesor máximo) ya que se evidencian resultados de ensayos que están por debajo de este porcentaje requerido. – Ver Planilla N° 1, N° 2 y N°3 en Sección ANEXOS</p> |
| 4.1.1 | <p>Provisión y colocación de Mortero Impermeabilizante Cementicio Sika Monotop-107 en losas de fondo y tabiques. Especificaciones según indicación fabricante, aplicado con llana 1 capa. No se asegura la correcta certificación del Ítem, ya que se evidencia en el “Pozo de Bombeo de recepción PB2” que el Mortero Cementicio Sika Monotop-107 no ha sido aplicado.</p> |
| 4.2.3 | <p>Ejecución Tabiques de HºAº, espesor promedio 38cm. Hormigón H-21 y Acero ADN-420 (cuantía: 100kg/m3). Prever vanos en tabiques. Ensayos: Constancias de volúmenes y ubicación de Hº que representa cada muestra. Constancia de Laboratorio de Fabricante, Contratista e Insp. Téc. No se asegura la correcta ejecución de los Tabiques de HºAº, por la siguiente evidencia: en el elemento tabique T1, en la posición 9 de armadura, la Aº vertical exterior presenta separación de 18 cm. en el T1-Norte y de 16 cm. en el T1-Sur. Siendo la especificada en el Plano P 012-B, una separación de 15 cm. Ver Planilla Anexo Mediciones de Aceros en Sección ANEXOS</p> |
| 4.5.2 | <p>Ejecución Losa Fondo de Sedimentador HºAº (e: 25cm) hormigón H-21MPa y Acero ADN-420 (cuantía: 90kg/m3). No se asegura la correcta ejecución de la Losa de Fondo de Sedimentador por la siguiente evidencia: el espesor debe ser de 0,25 m. según Plano P 037-B y se ha obtenido por diferencia de niveles medidos con nivel óptico, un espesor de 0,22 m. Ver Planilla Registro No Conformidades/Observaciones/Deficiencias Página 3 en Sección ANEXOS</p> |

Tabla 5.1.2: Tabla de Hallazgos de Revisión en Campo (continuación)

| | |
|-------|--|
| 4.6.2 | <p>Ejecución Losa de Fondo de H^ºA^º, espesor 15cm. Hormigón H-21 y Acero ADN-420 (cuantía: 90kg/m³).</p> <p>Para el caso de Pozo de Bombeo de Lodos (PBL), no se relevó el espesor de losa de fondo. No se asegura la correcta ejecución del elemento PBL por las siguientes evidencias: las dimensiones de los muros laterales según Plano P 041-B son de 2,06 m. por 1,86 m. con un espesor de tabiques de 0,18 m. y las dimensiones medidas en la obra son de 1,95 m. por 1,95 m. y espesor de 0,20 m. Ver Planilla Registro No Conformidades/Observaciones/Deficiencias Página 4 en Sección ANEXOS</p> |
| 9.5 | <p>Ejecución de cámaras eléctricas de H^ºA^º 1,00x1,00x1,00 (exterior). Espesor de tabiques: 0,12m. Incluye tapas metálicas, excavación y relleno.</p> <p>No se asegura la correcta certificación de este ítem, ya que se evidencia que el ítem “Cámaras eléctricas ...”, (10 unidades) no se ha ejecutado, y en Certificado N^º2, se hacen constar 1,45 unidades del mismo. Según detalla la Inspección Técnica de la Obra, la certificación hace referencia a la realización de “Cámara séptica de baños camioneros”.</p> |
| B.4 | <p>Terminaciones, prolijidad, calidad final de los trabajos.</p> <p>En esta Observación se agrupan las siguientes evidencias:</p> <ul style="list-style-type: none">-No se asegura el correcto almacenamiento de las probetas de H^º (según Norma IRAM 1524 y Norma Iram 1534), tal como lo establece el requerimiento 4.2.3 del PPET-No se asegura el cumplimiento del punto 1.12 y del 4.2.1 del PPET, ya que se evidencia que no se mantiene el orden y la limpieza en todo momento en el área de obra (sector de doblado y preparación de Armaduras) y el material Acero para Armaduras se encuentra almacenado a la intemperie.-Se evidencia un importante sector de 1m² aproximadamente, de segregación de Hormigón en Tabique T1 Norte del MMBR. |

Tabla 5.1.2: Tabla de Hallazgos de Revisión en Campo (continuación)

5.2 RESUMEN CONSOLIDACIÓN DE HALLAZGOS

En este resumen encontramos todas las evidencias de las auditorías, reunidas contra los criterios de la misma; como estas evidencias pueden indicar ya sea observaciones o no conformidades con los criterios, o bien oportunidades de mejora, se los separa por tipo de incumplimientos en el cuadro de la Figura 5.2.1:

Evaluación de la Dirección Técnica, en la ejecución de un proyecto de obra

| Informe de Auditoría y Muestreo -Resumen de Hallazgos | | | | | | |
|---|---|---|--|--------------------------|----------|----------|
| EMPRESA: | | Revisión N°..... | | Fecha: | | |
| PROCESO: Informe de Auditoría - Resumen de Hallazgos | | NOMBRE DE LA EVALUACIÓN: "Proyecto RECONSTRUCCIÓN PTE" | | | | |
| Lugar de auditoría: | | Tipo de auditoría: <input checked="" type="checkbox"/> Extraordinaria <input type="checkbox"/> Certificación/Previa <input type="checkbox"/> Mantenimiento N° | | | | |
| Atendió la auditoría: | | Auditor Responsable: | | | | |
| | | | | | | |
| <p>Norma Aplicable: Ejecución de Proyecto según documentación integrante del mismo (Planos, Pliego General de Condiciones, Pliego de Especificaciones Técnicas, Planilla de cotización propuesta básica)</p> <p>Alcance de la Certificación: Estructuras de Hormigón, Movimientos de Suelo, Obra civil, Tareas Preliminares, Demoliciones, Estructuras Metálicas y Herrería, Instalaciones, Pintura, Varios, Sistema de Gestión de Proyecto (Información digital)</p> | | | | | | |
| Cantidad de No Conformidades / Observaciones | | 4 | 14 | (Resumen Cuadro A) | | |
| Cuadro A - Resumen de No Conformidades y Observaciones | | | | | | |
| Requerimientos | Seguimiento de Hallazgos detectados según requisitos normativos | | | | | |
| | NC N | NC A | NC C | Obs N | Obs A | Obs C |
| 1- Tareas Preliminares | 1.2.2 | | | 1.1.2 1.1.3 | | |
| 2- Demoliciones y Extracciones | | | | | | |
| 3- Movimientos de Suelo | 3.2.2 | | | | | |
| 4- Estructuras de Hormigón | 4.1.1 4.2.3 | | | 4.5.2 4.6.2 | | |
| 9- Estructuras de Hormigón | | | | 9.5 | | |
| 10- Adicionales | | | | | | |
| A- Normas Administrativas y de Control | | | | A.2 A.6 A.9 A.10 A.11 | | A.9 A.10 |
| B- Otros Requisitos de Calidad | | | | B.1 B.2 B.3 B.4 | | |
| <p>Referencias: NC: Número de No Conformidades encontradas en el capítulo OBS: Número de Observaciones / Oportunidades de mejora encontradas en el capítulo - N: Nuevas - A: Abiertas - C: Cerradas</p> | | | | | | |
| <p>Lugar a los días del mes de de</p> | | | | | | |
| <p>..... Firma Representante ARCOR S.A.I.C. Aclaración de Firma y Cargo</p> | | | <p>..... Firma del Auditor Responsable Aclaración de Firma</p> | | | |

Figura 5.2.1: Planilla Resumen Consolidación de Hallazgos

Encontramos en el resumen, dos Observaciones cerradas, la A.9 y la A.10 ya que se comprobó que se habían cursado acciones correctivas por lo que se procedió al cierre de las mismas, tal como se detalla en el cuadro.

5.3 EVALUACIÓN FINAL

5.3.1 Confección

Por último, y luego de analizar los hallazgos, fue necesario calificarlos para encontrar un resultado final a la gestión de esta obra.

Para poder realizarlo, enumeramos cada uno de los Rubros y sus ítems.

Luego se le asignó un peso a cada Rubro (Columna 1), partiendo de su participación en el porcentaje de la obra según los montos de cotización, y agregando los rubros Administración y Calidad que fueron incluidos para este trabajo.

Cada tarea dentro del rubro, tenía un peso relativo (Columna 2).

Como la ejecución de la obra se encontraba parcialmente realizada, se tomó la decisión de modificar el peso de cada actividad teniendo en cuenta, no ya la cotización de cada ítem, sino en relación al total de obra ejecutada para reflejar más fielmente el impacto de cada tarea en el resultado del conjunto (Columna 3).

Utilizando un criterio propio de calificación según el cumplimiento de la tarea y con los extremos entre 0 y 1 siendo el 0 la no realización del ítem y 1,00 la excelencia del cumplimiento más alto, se realizó la evaluación en unidades ítem por ítem (Columna 4). Para obtener la calificación final, se expresó en porcentajes la evaluación realizada en unidades, para cada ítem.

Los resultados pueden observarse en la Tabla 5.3.1 que se adjunta.

Evaluación de la Dirección Técnica, en la ejecución de un proyecto de obra

| RUBROS E ITEMS A PONDERAR Y EVALUAR OBRA | Columna 1 | Columna 2 | Columna 3 | Columna 4 | Columna 5 |
|---|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| | Peso del Rubro, en relación al monto en \$ | Peso por ítem en el Rubro | Peso por ítem en el total | Calificación en unidades | Calificación en % |
| 1 TAREAS PRELIMINARES | 3,19% | 100,0% | 18,00% | 3,6 | 12,20% |
| 3 MOVIMIENTOS DE SUELO | 15,44% | 100,0% | 18,50% | 4,20 | 15,54% |
| 4 ESTRUCTURAS DE HORMIGON | 49,02% | 100,0% | 33,00% | 7,4 | 23,50% |
| 9 VARIOS | 2,27% | 100,0% | 1,50% | 0,6 | 0,90% |
| 10 ADICIONALES | 10,08% | 100,0% | 10,00% | 3 | 10,00% |
| A ADMINISTRATIVO | 10,00% | 100,0% | 12,00% | 10,6 | 10,88% |
| B CALIDAD | 10,00% | 100,0% | 7,00% | 3,7 | 6,03% |
| TOTALES | 100% | 700,0% | 100,00% | 33,10 | 79,05% |

Escalas de Evaluación:

No Conformidad Mayor = 0 puntos

Incumplimiento de un requisito normativo, propio de la organización y/o legal, que vulnera o pone en serio riesgo la integridad del sistema de gestión. Puede corresponder a la no aplicación de una cláusula de una norma (requerida por la organización), el desarrollo de un proceso sin control, ausencia consistente de registros declarados por la organización o exigidos por la norma, o la repetición permanente y prolongada a través del tiempo de pequeños incumplimientos asociados a un mismo proceso o actividad.

No Conformidad Menor= entre 0,01 y 0,59 puntos

Desviación mínima en relación con requisitos normativos, propios de la organización y/o legales, estos incumplimientos, son esporádicos, dispersos y parciales y no afecta mayormente la eficiencia e integridad del sistema de gestión de la calidad.

Observación= entre 0,60 y 0,8 puntos

Situación específica que no implica desviación ni incumplimiento de requisitos, pero que constituye una oportunidad de mejora

Criterios de calificación:

Excelente : 1,00 (para el cumplimiento más alto)

Bueno : 0,80 (para un cumplimiento bueno sin llegar a ser excelente)

Regular : 0,60 (para un cumplimiento mínimamente aceptable)

Deficiente : 0,40 (para un cumplimiento malo y mucho peor de lo esperado)

Pésimo : 0,20 (para el "incumplimiento" francamente desastroso)

Criterios de calificación de escala cromática, para los grados de incumplimiento:

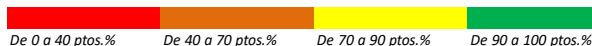


Tabla 5.3.1: Evaluación Final

5.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Si nos remitimos exactamente a la calificación que se obtuvo en esta evaluación, siendo la misma 79,05% podemos decir que estamos dentro de un nivel de ejecución que no es el óptimo, ya que, según los criterios de calificación de la escala cromática, para los grados de incumplimiento nos da color Amarillo.

No obstante, no se encuentran numerosas actividades calificadas con No Conformidad Mayor, es decir con 0 puntos, por ser incumplimientos severos; hay algunas que se les asignan como No Conformidad Menor entre 0,01 y 0,59 puntos por ser desviaciones mínimas y la mayor cantidad de hallazgos pertenecen a Observaciones calificadas entre 0,60 y 0,8 puntos porque no implica desviación ni incumplimiento de requisitos, pero constituyen una oportunidad de mejora.

No se encontraron hechos de relevancia Penal/Disciplinaria que incidieran en el examen.

Es decir que generando mecanismos que ayuden a controlar que siempre se cuente con la documentación técnica completa y actualizada presente en el legajo del proyecto y disponible para la dirección técnica de obra, se avanzaría en gran medida a una mayor

calificación de la gestión del Proyecto ya que en estos puntos es donde mayores oportunidades se han encontrado.

La Dirección Técnica demostró un acabado conocimiento, manejo y orden en la gestión en el terreno, por lo que estas consideraciones administrativas harían más eficiente las tareas.

6. CONCLUSIONES

Conforme a una estructura propia de Auditoría, se planificó y llevó a cabo la misma, con el fin de obtener seguridad razonable respecto a la ejecución del proyecto y a los registros e informes técnico-administrativos, buscando que estén exentos de errores importantes.

De esta manera, se puede suministrar la seguridad que los activos están protegidos contra pérdidas por uso o disposición no autorizados y que las operaciones se llevan a cabo y se registran en forma adecuada para el proyecto.

“El desafío principal a resolver con el trabajo, fue verificar que los recursos aplicados a la obra, se correspondieran con lo pactado contractualmente, en cuanto a especificaciones, calidad y cantidad se refieren.”

Si tenemos en cuenta nuestro objetivo general, y consideramos que a través de este trabajo hemos realizado el estudio y análisis de la documentación y las tareas que comprendieron el planeamiento y gerenciamiento del proyecto, podemos decir que el resultado es más que satisfactorio ya que hemos podido dar crédito a la Gestión de la Dirección Técnica.

Teniendo en cuenta también que se plantearon algunos objetivos particulares para este trabajo, es importante evaluar el grado de cumplimiento que se alcanzó en cada uno de ellos.

Así podemos decir que de conformidad al objetivo relacionado a:

“Comprobar la exactitud y veracidad de las certificaciones desarrolladas durante la ejecución del Proyecto, así como la respectiva documentación de respaldo”, se concluye que se realizaron mediciones para relevar niveles de excavaciones, rellenos y estructuras, espesores de Hormigón y diámetros de Aceros y se detallaron las cantidades de obra ejecutadas y los precios unitarios, los cuales se encuentran registrados adecuadamente en cada uno de los certificados, garantizando de esta manera información fiable y que se resguardan los activos de la empresa.

No obstante, se detectaron errores en la Certificación de algunos Ítems, que deberán ser corregidos en próximos certificados, por más que se adicionaron planillas de cómputo métrico, que reflejan las operaciones previas a las certificaciones.

También de conformidad al Objetivo referente a:

“Verificar el cumplimiento de los requerimientos técnicos, establecidos en los documentos contractuales que componen el Legajo de Proyecto”, se concluye que durante la inspección y verificación de obra se observó que los ensayos realizados no aseguran alcanzar la densidad mínima necesaria en el 100% de los casos y que en los tabiques de H^oA^o hay Armaduras que no cumplen con las especificaciones de los Planos, por lo que destacamos la importancia de comunicar correctamente cómo deben realizarse las tareas y controlar con el seguimiento adecuado que las mismas se lleven a cabo tal como se comunican.

Se comprobó que el Legajo con antecedentes, documentación técnica, presupuestos y gastos está ordenado y se puede realizar una línea de seguimiento del control y avance del Proyecto con la información disponible, más allá de no poder precisar, si se cumplen exactamente todas y cada una de las funciones del Supervisor de Proyecto que es quién debe comunicar y controlar que se respeten los requerimientos técnicos.

Por último, y referido al Objetivo establecido de:

“Determinar si con el manejo de los recursos asignados al Proyecto objeto de esta auditoría, se lograron ejecutar las obras, de acuerdo a la legislación y normativa técnica vigente, cuidando procurar el empleo de recursos acordes con las necesidades del Proyecto y ejecutarlos de acuerdo a las normas de la técnica y del arte del buen construir...”, se concluye que durante la inspección y verificación de obra se observó que las construcciones presentan en su aspecto general, concordancia entre las dimensiones medidas con lo establecido en los planos; que las técnicas aplicadas son las que se recomiendan en los códigos y reglamentos, y que la revisión en obra de la Calidad recibida de la Contratista en su aspecto objetivo (coincidencia de la descripción del ítem en el pliego con lo ejecutado en obra) y en el subjetivo (relevando prolijidad, orden, terminaciones, etc.) son en líneas generales las esperadas.

Como parte de las conclusiones del trabajo, se dejan algunas recomendaciones para aplicarlas en futuros proyectos, principalmente dirigidas a la Supervisión:

Se recomienda en la administración de la información, guardar un orden minucioso en cuanto a la denominación de los documentos archivados digitalmente para facilitar su secuenciación y búsqueda, teniendo en cuenta que para que se considere útil y adecuada la documentación, debe reunir requisitos tales como tener un propósito claro, ser apropiada para alcanzar los objetivos de la organización, servir a los directivos para controlar sus operaciones, servir a los entes fiscalizadores u otros para analizar las operaciones, estar disponible y ser accesible para que el personal apropiado y los auditores la verifiquen cuando corresponda.

Otra de las recomendaciones que nos permitimos dar es solicitar que los Supervisores de Proyectos presenten programas de tareas referidas al proyecto en cuestión y relacionadas a su función específica, con la frecuencia requerida y con la finalidad de que los programas de supervisión contengan toda la información necesaria y se pueda observar el seguimiento continuo y cumplimiento del programa de trabajo, llevar un control permanente de las cantidades de obra ejecutada en el período, verificar el avance físico y administrativo del proyecto e incluir fotografías del antes y después de cada etapa de la obra.

Por último, recomendar que se elaboren e implementen procedimientos con especificaciones técnicas adecuadas para poder realizar la medición correcta de todos y cada uno de los Ítems de Obra, que permanecerán ocultos luego de su ejecución, de manera que se permita relevar información de niveles, espesores, diámetros de A⁰, etc. en cualquier momento, independiente del grado de avance de Obra.

En lo personal, se establecieron como objetivos, que los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera crezcan y se consoliden al aplicarlos en un ámbito profesional de trabajo, sinergizando con personas idóneas de distintas especialidades; y creo que esto ha sido lo más enriquecedor de estos meses de trabajo, donde cada una de las personas con las que interactué, profesionales o no, dejaron enseñanzas para lo que se viene en adelante. Todos los desafíos tecnológicos que se presentan, llevan un alto grado de conocimientos y habilidad para solucionarlos, pero no son tanto más importantes que las relaciones interpersonales y el trabajo en equipo para poder trabajar día a día y resolver dichos asuntos en busca de un objetivo y beneficio común.

Otro de los objetivos planteados fue poder comprender las etapas y actividades en la Gestión, para poder realizarlas en cualquier otro tipo de proyecto durante el ejercicio de

la práctica profesional cotidiana, y esto durante el desarrollo de la Práctica Supervisada se alcanzó, ya que se evidenció la importancia de los plazos de obra para ser evaluados de forma eficiente, y las variables que afectan a la misma para lograr estos plazos como por ejemplo el monitoreo de las actividades críticas que componen un proyecto.

Por último, no quiero dejar de remarcar que nuestra Facultad nos brinda infinidad de herramientas para enfrentar las problemáticas, y es el mayor legado que nos deja a cada uno para luego saber cómo interpretar situaciones de una realidad con muchísimas variantes, siempre cambiante y dinámica, coronando este legado con la Práctica Supervisada que nos da la posibilidad de vivir esa realidad profesionalmente.

Bibliografía

-Catedra "Proyecto, Dirección de Obras y Valuaciones". Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Apuntes de Cátedra

-CIRSOC 201 – Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de H⁰ A⁰ y pretensado

-Ing. Mario E. Chandías (Vigésimo primera edición). Cómputos y Presupuestos

-Notas de clase de las cátedras:

Arquitectura I.

Proyecto, Dirección de Obras y Valuaciones

ANEXO

Evaluación Final

| RUBROS E ITEMS A PONDERAR Y EVALUAR OBRA | Columna 1 | Columna 2 | Columna 3 | Columna 4 | Columna 5 |
|---|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|
| | Peso del Rubro, en relación al monto en \$ | Peso por ítem en el Rubro | Peso por ítem en el total | Calificación en unidades | Calificación en % |
| 1 TAREAS PRELIMINARES | 3,19% | 100,0% | 18,00% | 3,6 | 12,20% |
| 1.1 Instalación de equipos y personal en obra | | | | | |
| Traslado de equipos a obra. Instalación de obrador y baños químicos. Replanteo. Acondicionamiento del | | | | | |
| 1.1.1 sector a intervenir. | | 13,9% | 2,50% | 1 | 2,50% |
| Provisión y colocación de Cerco Perimetral en sector de | | | | | |
| 1.1.2 trabajo. Replanteo de la zona a intervenir. | | 11,1% | 2,00% | 0,8 | 1,60% |
| Cumplimiento de Normas de Seguridad e Higiene de la Empresa. método de cálculo de % de ejecución del Ítem. | | | | | |
| 1.1.3 para Certificación. | | 44,4% | 8,00% | 0,6 | 4,80% |
| 1.2 Ensayos de suelos | | | | | |
| Ejecución de ensayos Proctor T99 para Rellenos tipo 1 (suelo-cemento) y tipo 2 (suelo A4 ó suelo de | | | | | |
| 1.2.1 excavación seleccionado). | | 15,3% | 2,75% | 1 | 2,75% |
| Ejecución de ensayos de densidad(método Equivalente Arena). A ejecutar para aprobación de cada capa compactada, de acuerdo a Indicaciones de la | | | | | |
| 1.2.2 Inspección. | | 15,3% | 2,75% | 0,2 | 0,55% |
| 3 MOVIMIENTOS DE SUELO | 15,44% | 100,0% | 18,50% | 4,20 | 15,54% |
| 3.2 MBBR + Reactor de barras activados y Digestor | | | | | |
| Excavación en todo tipo de terreno, a máquina y/o manual, hasta alcanzar las cotas y dimensiones indicadas en planos de proyecto. Incluye retiro de material excedente, rampas de acceso; sobreexcavaciones debido a razones constructivas, traslado de | | | | | |
| 3.2.1 suelos hasta lugar de acopio provisorio, etc. | | 20,0% | 3,70% | 1 | 3,70% |
| Relleno tipo 1: Relleno compactado con suelo-cemento (cemento al 7% en peso), compactado al 98% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor máximo. (Según Planos). Método para verificar | | | | | |
| 3.2.2 compactado de suelo. | | 20,0% | 3,70% | 0,2 | 0,74% |
| 3.5 Sedimentador, PBL y cámara de sobrenadantes | | | | | |
| Excavación en todo tipo de terreno, a máquina y/o manual, hasta alcanzar las cotas y dimensiones indicadas en planos de proyecto. Incluye retiro de material excedente, rampas de acceso; sobreexcavaciones debido a razones constructivas, traslado de | | | | | |
| 3.5.1 suelos hasta lugar de acopio provisorio, etc. | | 20,0% | 3,70% | 1 | 3,70% |
| Relleno tipo 1: Relleno compactado con suelo-cemento (cemento al 7% en peso), compactado al 98% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor | | | | | |
| 3.5.2 máximo. | | 20,0% | 3,70% | 1 | 3,70% |
| 3.11 Cañerías de interconexión | | | | | |
| Excavación en todo tipo de terreno, a máquina y/o manual, hasta alcanzar las cotas y dimensiones indicadas en planos de proyecto. Incluye retiro de material excedente, rampas de acceso; sobreexcavaciones debido a razones constructivas, traslado de | | | | | |
| 3.11.1 suelos hasta lugar de acopio provisorio, etc. | | 20,0% | 3,70% | 1 | 3,70% |
| 4 ESTRUCTURAS DE HORMIGON | 49,02% | 100,0% | 33,00% | 7,4 | 23,50% |
| 4.1 Pozo de bombeo de recepción PB2 | | | | | |
| Cementicio Sika Monotop-107 en losas de fondo y tabiques. Especificaciones según indicaciones | | | | | |
| 4.1.1 fabricante, aplicado con llana 1 capa. | | 4,5% | 1,50% | 0 | 0,00% |
| 4.2 MBBR C/VERTEDERO+barros activados+DIGESTOR | | | | | |
| Ejecución hormigón de limpieza, espesor 5cm. | | | | | |
| 4.2.1 Hormigón H-8. | | 4,5% | 1,50% | 1 | 1,50% |
| Ejecución Losa de Fondo de HRA® espesor promedio 32cm. Hormigón H-21 y Acero ADN-420 (cuantía: | | | | | |
| 4.2.2 100kg/m3). | | 15,2% | 5,00% | 1 | 5,00% |
| Hormigón H-21 y Acero ADN-420 (cuantía: 100kg/m3). Prever vanos en tabiques. Ensayos: Constancias | | | | | |
| 4.2.3 de volúmenes y ubicación de H® que representa cada | | 15,2% | 5,00% | 0,1 | 0,50% |
| Provisión y colocación de Sikaswell S2 para sellado de | | | | | |
| 4.2.4 juntas de hormigonado y pases de cañerías | | 6,1% | 2,00% | 1 | 2,00% |
| 4.5 Sedimentador | | | | | |
| Ejecución Hormigón de Limpieza H-8, espesor 5cm | | | | | |
| 4.5.1 Ejecución Losa Fondo de Sedimentador HRA® (e:25cm) hormigón H-21MPa y Acero ADN-420 (cuantía: | | 4,5% | 1,50% | 1 | 1,50% |
| 4.5.2 90kg/m3). | | 15,2% | 5,00% | 0,7 | 3,50% |
| H:4.10m. Hormigón H-21MPa y Acero ADN-420 (cuantía: 100kg/m3). Prever utilización de endurecedor | | | | | |
| 4.5.3 superficial y densificador de HRA® sobre coronamiento | | 15,2% | 5,00% | 1 | 5,00% |

Evaluación de la Dirección Técnica, en la ejecución de un proyecto de obra

Evaluación Final (Continuación)

| | | | | | | |
|----------------|--|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| 4.6 | PBL y camara de sobrenadantes | | | | | |
| | Ejecución hormigón de limpieza, espesor 5cm. | 4,5% | 1,50% | 1 | 1,50% | |
| 4.6.1 | Hormigón H-8 | | | | | |
| | Ejecución Losa de Fondo de HRA9, espesor 15cm. | 15,2% | 5,00% | 0,6 | 3,00% | |
| 4.6.2 | Hormigón H-21 y Acero ADN-420 (cuantía: 90kg/m3). | | | | | |
| 9 | VARIOS | 2,27% | 100,0% | 1,50% | 0,6 | 0,90% |
| | Ejecución de cámaras eléctricas de HRA9 1,00x1,00x1,00 (exterior). Espesor de tabiques: 0,12m. 9.5 Incluye tapas metálicas, excavación y relleno | 100,0% | 1,50% | 0,6 | 0,90% | |
| 10 | ADICIONALES | 10,08% | 100,0% | 10,00% | 3 | 10,00% |
| | manual, hasta alcanzar las cotas y dimensiones indicadas en planos de proyecto. Incluye retiro de | 33,4% | 3,34% | 1 | 3,34% | |
| 10.1 | material excedente, rampas de acceso, (cemento al 7% en peso), compactado al 98% del valor de ensayo Proctor T99, en capas de 20cm de espesor | 33,3% | 3,33% | 1 | 3,33% | |
| 10.2 | máximo. | | | | | |
| | seleccionado (sin materia orgánica) o bien suelo tipo A 4, compactado al 97% del valor de ensayo Proctor T99, 10.3 en capas de 20cm de espesor máximo. | 33,3% | 3,33% | 1 | 3,33% | |
| A | ADMINISTRATIVO | 10,00% | 100,0% | 12,00% | 10,6 | 10,88% |
| | Pliego de Condiciones y Pliego Particular de | | | | | |
| A.1 | Especificaciones Técnicas | 5,0% | 0,60% | 1 | 0,60% | |
| A.2 | Documentación gráfica: Planos | 8,3% | 1,00% | 0,8 | 0,80% | |
| A.3 | Orden Compra (OC) | 4,2% | 0,50% | 1 | 0,50% | |
| A.4 | Cronograma de Obra:Revisión cronograma diario y semanal. % de ejecución actual respecto al total y al | 7,5% | 0,90% | 1 | 0,90% | |
| A.5 | Cronograma de la Contratista | 6,7% | 0,80% | 1 | 0,80% | |
| A.6 | Reunión en Obra: Frecuencia de realización, temas tratados. Actividades diarias/sem./mens. planificadas. | 10,8% | 1,30% | 0,6 | 0,78% | |
| A.7 | Certificaciones: último vigente y precedentes | 25,0% | 3,00% | 1 | 3,00% | |
| A.8 | Planillas de cálculo y mediciones | 16,7% | 2,00% | 1 | 2,00% | |
| A.9 | Libro de obra: Orden de Servicios (OS) digital o manual, En IT N°24, OS por "Trabajo en altura-Anomalías | 6,7% | 0,80% | 1 | 0,80% | |
| A.10 | Informes Técnicos (IT): último vigente y precedentes. | 4,2% | 0,50% | 0,6 | 0,30% | |
| A.11 | Fotografías semanales | 4,2% | 0,50% | 0,6 | 0,30% | |
| A.12 | Se establece no pagar adicional por extracción de árboles y en Certificado Complementario N°1, se | 0,8% | 0,10% | 1 | 0,10% | |
| B | CALIDAD | 10,00% | 100,0% | 7,00% | 3,7 | 6,03% |
| | Certificados de recepción de material de | | | | | |
| B.1 | limpieza/excavación excedente. | 17,9% | 1,25% | 1 | 1,25% | |
| B.2 | Certificados de recepción de material de demolición excedente. | 17,9% | 1,25% | 1 | 1,25% | |
| B.3 | Materiales: Certificados de fabricación de Aceros que llegan a la obra. Aprobación de la Inspección de terminaciones, prolijidad, calidad final de los | 17,9% | 1,25% | 1 | 1,25% | |
| B.4 | trabajos. | 46,4% | 3,25% | 0,7 | 2,28% | |
| TOTALES | | 100% | 700,0% | 100,00% | 33,10 | 79,05% |

Escalas de Evaluación:

No Conformidad Mayor = 0 puntos

Incumplimiento de un requisito normativo, propio de la organización y/o legal, que vulnera o pone en serio riesgo la integridad del sistema de gestión. Puede corresponder a la no aplicación de una cláusula de una norma (requerida por la organización), el desarrollo de un proceso sin control, ausencia consistente de registros declarados por la organización o exigidos por la norma, o la repetición permanente y prolongada a través del tiempo de pequeños incumplimientos asociados a un mismo proceso o actividad.

No Conformidad Menor= entre 0,01 y 0,59 puntos

Desviación mínima en relación con requisitos normativos, propios de la organización y/o legales, estos incumplimientos, son esporádicos, dispersos y parciales y no afecta mayormente la eficiencia e integridad del sistema de gestión de la calidad.

Observación= entre 0,60 y 0,8 puntos

Situación específica que no implica desviación ni incumplimiento de requisitos, pero que constituye una oportunidad de mejora

Criterios de calificación:

Excelente : 1,00 (para el cumplimiento más alto)

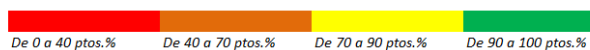
Bueno : 0,80 (para un cumplimiento bueno sin llegar a ser excelente)

Regular : 0,60 (para un cumplimiento mínimamente aceptable)

Deficiente : 0,40 (para un cumplimiento malo y mucho peor de lo esperado)

Pésimo : 0,20 (para el "Incumplimiento" francamente desastroso)

Criterios de calificación de escala cromática, para los grados de incumplimiento:



Evaluación Final