

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis:

**TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA APLICADA EN EL CONTROL DE OBRAS
CIVILES PARA EL MONTAJE DEL NUEVO TANQUE DE
ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA LA PLANTA MOLY, PROYECTO
“OPTIMIZACIÓN DE PLANTA DE PROCESOS EN LA MINERA MMG LAS
BAMBAS”, REGIÓN APURÍMAC.**

**Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniero Civil**

Presentado por el bachiller

SUAREZ CAMACHO CRISTIAN

ASESORES:

Dr. JOSE LUIS LEÓN UNTIVEROS

Ing. RAUL CURASMA RAMOS

UPeCEN

Huancayo, Marzo del 2022

Dedicatoria

A Dios por su inmensa misericordia protegiéndome y guiándome día tras día, ayudándome a vencer todas las dificultades y adversidades. A salir adelante.

A mis padres, esposa e hijos, que me apoyaron en todo momento y en todo aspecto, los cuales me inspiran y motivan a triunfar en los retos de la vida.

Cristian.

Agradecimiento

A LA UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO:

Quien me permitió formar parte de esta familia universitaria, para formarme y hacerme un exitoso profesional, con buenas proyecciones a futuro.

A LA GRAN FAMILIA UNIVERSITARIA:

Por compartir sus conocimientos, sus vivencias e impulsaron en nuestra formación educativa y profesional.

Y a cada una de las personas que, de una u otra manera, me motivaron a ser mejor

Índice General

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice General.....	iv
Lista de tablas	viii
Lista de figuras.....	ix
Lista de fotografías.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
CAPÍTULO 1	15
INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Situación Problemática.....	15
1.2. Formulación del Problema	17
1.2.1. Problema General	17
1.2.2. Problemas Específicos.....	17
1.3. Justificación Teórica	18
1.4. Justificación Práctica	18
1.5. Objetivos.....	19
1.5.1. Objetivo General.....	19
1.5.2. Objetivos Específicos	19
1.6. Hipótesis	20
1.6.1. Hipótesis General.....	20
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	20
CAPÍTULO 2	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación.....	21
2.2. Antecedentes de Investigación	22
2.2.1. Antecedentes Internacionales	22

2.2.2.	Antecedentes Nacionales	23
2.3.	Bases Teóricas	24
2.3.1.	Topografía y control de montaje metal mecánico	24
2.3.2.	Topografía montaje de estructura.....	25
2.3.3.	La Topografía.....	26
2.3.4.	Puntos de Control.....	27
2.3.5.	Levantamiento Topográfico	28
2.3.6.	Poligonación.....	29
2.3.7.	Topografía en Obras Civiles	30
2.3.8.	Levantamiento topográfico con estación total.	31
2.3.9.	Planimetría:	31
2.3.10.	Altimetría.....	32
2.3.11.	Trazo y replanteo topográfico.....	33
2.3.12.	Nivelación de cotas con nivel automático.....	33
2.3.13.	Verificación de Niveles y longitudes	34
2.3.14.	Control de contrastación de estación total	35
2.3.15.	Control de contrastación para nivel automático	36
2.3.16.	Requisitos del área de montaje y trazo topográfico.....	37
2.3.17.	Norma API	38
CAPÍTULO 3	40
METODOLOGÍA	40
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación	40
3.1.1.	Diseño de investigación.....	40
3.1.2.	Tipo de investigación	40
3.2.	Población de Estudio	41
3.3.	Tamaño de Muestra	41
3.4.	Técnica de Recolección de Datos	41
3.4.1.	Técnica de observación experimental.....	41

CAPÍTULO 4	43
DESARROLLO DEL TEMA	43
4.1. Aspectos Generales de la Investigación.....	43
4.2. Ubicación y Localización del Proyecto.....	43
4.2.1. Ubicación política del proyecto.....	43
4.2.2. Ubicación geográfica del proyecto.....	43
4.3. Finalidad del Tanque de Almacenamiento NaHS	44
4.4. Topografía, Trazo y Georeferenciación.	44
4.4.1. Inspección de herramientas y equipos.....	44
4.4.2. Realización del replanteo – levantamiento topográfico con Estación Total.	45
4.4.3. Trazo con Yeso.....	45
4.5. Montaje Mecánico de Tuberías de Diámetros Menores.	45
4.5.1. Actividades topográficas.	45
4.6. Colocación de Fondo de Tanque.....	47
4.6.1. Ubicación de eje central.	47
4.6.2. Orientación y ejes de tanque.	47
4.6.3. Armado del fondo – Montaje de elementos de izaje y soportería de tanque.	48
4.6.4. Actividades topográficas.	49
4.7. Montaje de Cuerpo de Tanque.....	50
4.7.1. Montaje de planchas.....	50
4.7.2. Izaje y armado de anillos.....	50
4.7.3. Actividades Topográficas.	52
4.8. Montaje de Soportes de Tuberías en Interior de Tanque.	53
4.9. Montaje de Techo de Tanque.....	55
4.9.1. Desarrollo del procedimiento.....	55
4.9.2. Armado de techo.	55
4.9.3. Montaje de techo.	59
4.9.4. Actividades topográficas.	61

4.10. Montaje de Estructuras Metálicas.....	62
4.10.1. Montaje de pedestales de Tanque NaHS.....	64
4.10.2. Montaje de plataforma de Tanque NaHS.....	67
4.10.3. Montaje de escalera de acceso y barandas de Tanque NaHS.....	68
4.10.4. Montaje de Grating de Tanque NaHS.....	70
4.10.5. Montaje de baranda perimetral de poza Tanque NaHS.....	71
4.10.6. Montaje de rack de servicio de ingreso a Tanque NaHS.....	72
4.10.7. Montaje de soportes de tubería en zona de tanque pulmón y rack existente.....	73
4.10.8. Montaje de plataformas para bomba de descarga.....	75
4.10.9. Montaje de estructura en zona de descarga.....	77
4.10.10. Actividades topográficas.....	78
CAPÍTULO 5	80
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	80
5.1. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	80
5.1.1. ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN.....	80
5.1.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	89
5.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS.....	91
5.2.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	91
5.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	91
5.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	92
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍAS.....	100
ANEXOS.....	101
PLANOS.....	117

Lista de tablas

<i>Tabla 1 Cuadro de coordenadas topográficas</i>	42
<i>Tabla 2 Cuadro de todos los pernos de anclajes embebidos en los pedestales de concreto</i>	82
<i>Tabla 3 Cuadro de desfases de 20 primeros pernos de anclaje</i>	82
<i>Tabla 4 Cuadro de desfases de 20 siguientes pernos de anclaje</i>	83
<i>Tabla 5 Cuadro de desfases de 20 siguientes pernos de anclaje</i>	83
<i>Tabla 6 Cuadro de desfases de 20 últimos pernos de anclaje</i>	84
<i>Tabla 7 Cuadro de desfases de redondez de primer anillo de tanque</i>	85
<i>Tabla 8 Cuadro de desfases de redondez de segundo anillo de tanque</i>	85
<i>Tabla 9 Cuadro de desfases de redondez de tercer anillo de tanque</i>	86
<i>Tabla 10 Cuadro de desfases de redondez de cuarto anillo de tanque</i>	86
<i>Tabla 11 Cuadro de desfases de redondez de quinto anillo de tanque</i>	87
<i>Tabla 12 Cuadro de desfases de verticalidad de primer anillo de tanque</i>	87
<i>Tabla 13 Cuadro de desfases de verticalidad de segundo anillo de tanque</i>	88
<i>Tabla 14 Cuadro de desfases de verticalidad de tercer anillo de tanque</i>	88
<i>Tabla 15 Cuadro de desfases de verticalidad de cuarto anillo de tanque</i>	89
<i>Tabla 16 Cuadro de desfases de verticalidad de quinto anillo de tanque</i>	89
<i>Tabla 17 Cuadro de tolerancia máxima de redondez</i>	93
<i>Tabla 18 Cuadro de constante – según diámetro y tipo de techo de tanque</i>	94
<i>Tabla 19 Metrado civil, concreto estructural, encofrado y acero</i>	109
<i>Tabla 20 Metrado piping y accesorios</i>	109

Lista de figuras

<i>Figura 1. Gráfico de porcentajes de aplicación de la Topografía en diferentes áreas de acción</i>	16
<i>Figura 2. Imagen de Ciudad de Cotabambas, departamento de Apurímac</i>	17
<i>Figura 3. Imagen de verticalidad Estructuras Metálicas</i>	26
<i>Figura 4. Imagen de la evolución de la topografía</i>	27
<i>Figura 5. Imagen de puntos de Control Topográfico</i>	28
<i>Figura 6. Imagen de levantamiento Topográfico</i>	29
<i>Figura 7. Imagen de poligonación Topográfica</i>	30
<i>Figura 8. Imagen de planimetría Topográfica</i>	32
<i>Figura 9. Imagen de altimetría o Nivelación</i>	32
<i>Figura 10. Imagen de trazo y replanteo topográfico</i>	33
<i>Figura 11. Imagen de nivel automático con Micrómetro</i>	34
<i>Figura 12. Imagen de contrastación de Estación Total</i>	36
<i>Figura 13. Imagen de contrastación de Nivel Automático</i>	37
<i>Figura 14. Imagen de diseño de investigación Transversal</i>	40
<i>Figura 15. Imagen de estándares civiles para construcción</i>	42
<i>Figura 16. Imagen de ubicación geográfica MMG Las Bambas</i>	44
<i>Figura 17. Imagen de posicionamiento de camión grúa – Armado de fondo de tanque</i>	48
<i>Figura 18. Imagen de posicionamiento de planchas metálicas de fondo de tanque</i>	48
<i>Figura 19. Imagen de posicionamiento de pórticos en base de fondo de tanque</i>	49
<i>Figura 20. Imagen de posicionamiento de grúa para izaje de anillos de tanque</i>	50
<i>Figura 21. Imagen de montaje y soldeo de 5to anillo con 4to anillo</i>	51
<i>Figura 22. Imagen de montaje y soldeo de 4to anillo con 3er anillo</i>	51
<i>Figura 23. Imagen de montaje y soldeo de 3er anillo con 2do anillo</i>	52
<i>Figura 24. Imagen de montaje y soldeo de 2do anillo con 1er anillo</i>	52
<i>Figura 25. Gráfico de relación entre altura vs verticalidad del estanque</i>	54
<i>Figura 26. Gráfico de relación entre redondez vs tolerancias del estanque</i>	55
<i>Figura 27. Gráfico de armazón base para ensamblaje de techo de tanque</i>	56

<i>Figura 28. Imagen de planchas de techo de Tanque</i>	57
<i>Figura 29. Imagen de ensamble de segundo cuerpo de techo de Tanque</i>	58
<i>Figura 30. Imagen de proyección techo de tanque</i>	59
<i>Figura 31. Imagen de fondo, cuerpo y techo de Tanque</i>	60
<i>Figura 32. Imagen de plataforma de tanque – ensamble general</i>	62
<i>Figura 33. Imagen de escalera helicoidal – acceso a Tanque</i>	63
<i>Figura 34. Imagen de rack de servicio 1 – soporte de tuberías</i>	63
<i>Figura 35. Imagen de sectorización de estructuras en plano</i>	64
<i>Figura 36. Imagen de esquema de montaje de pórticos</i>	65
<i>Figura 37. Imagen de separación de andamios a pórtico a montar</i>	66
<i>Figura 38. Imagen de montaje de pórticos en losa de posa de contención</i>	67
<i>Figura 39. Imagen de esquema de izaje de plataforma</i>	68
<i>Figura 40. Imagen de montaje de escalera y barandas</i>	69
<i>Figura 41. Imagen de esquema de modulación de andamios para montaje de escalera helicoidal</i>	70
<i>Figura 42. Imagen de esquema de instalación de barandas</i>	72
<i>Figura 43. Imagen de montaje de rack de servicio</i>	73
<i>Figura 44. Imagen de montaje de plataforma para bomba en zona de descarga</i>	76
<i>Figura 45. Imagen de esquema de distribución de andamios en zona de descarga</i>	78
<i>Figura 46. Imagen de esquema de distribución de pernos de anclajes en pedestales de concreto</i>	80
<i>Figura 47. Gráfico de desviación de verticalidad de anillo de tanque</i>	81
<i>Figura 48. Gráfico de control de redondez de anillo de tanque</i>	81
<i>Figura 49. Imagen de cuadro de tolerancias montaje mecánico</i>	84
<i>Figura 50. Imagen de partes de tanque vertical de almacenamiento</i>	93
<i>Figura 51. Imagen de toma de datos de verticalidad y redondez</i>	93
<i>Figura 52. Imagen de espacio máximo entre ejes</i>	94
<i>Figura 53. Imagen de fórmula de cálculo de diámetro de tanque</i>	94
<i>Figura 54. Imagen de fórmula de cálculo de desfase de verticalidad</i>	95

<i>Figura 55. Imagen de tanque de almacenamiento en NAVISWORKS</i>	96
<i>Figura 56. Imagen de memoria de cálculo de cimentación de Tanque</i>	108
<i>Figura 57. Imagen de memoria de cálculo de cimentación de zona de descarga.....</i>	108
<i>Figura 58. Imagen de formato de anexo 10 de manejo de tareas seguras</i>	110
<i>Figura 59. Imagen de formato de reporte diario</i>	110
<i>Figura 60. Imagen de formato de registro de trazo y replanteo</i>	111
<i>Figura 61. Imagen de formato de registro de verificación topográfica</i>	111
<i>Figura 62. Imagen de ficha técnica de estación total LEICA ts06 1”</i>	112
<i>Figura 63. Imagen de ficha técnica de estación total LEICA ts06 1”</i>	112
<i>Figura 64. Imagen de ficha técnica de nivel automático ATG2</i>	113
<i>Figura 65. Imagen de ficha técnica de nivel automático ATG2</i>	113
<i>Figura 66. Imagen de certificado de calibración de estación total LEICA ts06 1”</i>	114
<i>Figura 67. Imagen de certificado de calibración de nivel automático ATG2</i>	115
<i>Figura 68. Imagen de certificado de calibración de patrones colimadores</i>	116

Lista de fotografías

<i>Fotografía 1. Imagen de Posicionamiento mecánico de tubería forzada</i>	24
<i>Fotografía 2. Imagen de área de tubería a reemplazar el aislamiento térmico</i>	46
<i>Fotografía 3. Imagen de área de tubería a reemplazar el aislamiento térmico</i>	46
<i>Fotografía 4. Imagen de zona de corte de tubería y armado de andamios</i>	47
<i>Fotografía 5. Imagen de Izaje de anillos de Tanque</i>	51
<i>Fotografía 6. Imagen de ubicación topográfica de puntos de izaje</i>	74
<i>Fotografía 7. Imagen de levantamiento topográfico de pernos de anclajes</i>	81
<i>Fotografía 8. Imagen de armadura de muros de contención – poza de Tanque</i>	102
<i>Fotografía 9. Imagen de mapeo de interferencias existentes</i>	102
<i>Fotografía 10. Imagen de izaje de quinto anillo</i>	102
<i>Fotografía 11. Imagen de armado a nivel de piso de techo de Tanque</i>	103
<i>Fotografía 12. Imagen de montaje de aislamiento en tuberías</i>	103
<i>Fotografía 13. Imagen de montaje de cuarto anillo</i>	103
<i>Fotografía 14. Imagen de montaje de tuberías – planta concentradora</i>	104
<i>Fotografía 15. Imagen de montaje de aislamiento en tuberías</i>	104
<i>Fotografía 16. Imagen de montaje de tercer anillo</i>	104
<i>Fotografía 17. Imagen de montaje válvulas y accesorios</i>	105
<i>Fotografía 18. Imagen de montaje de bomba de succión n° 01</i>	105
<i>Fotografía 19. Imagen de montaje de escaleras de acceso a Tanque</i>	105
<i>Fotografía 20. Imagen de montaje de techo de Tanque</i>	106
<i>Fotografía 21. Imagen de montaje de techo de Tanque</i>	106
<i>Fotografía 22. Imagen de posicionamiento de techo de Tanque</i>	106
<i>Fotografía 23. Imagen de control topográfico de redondez de Tanque</i>	107
<i>Fotografía 24. Imagen de montaje de tuberías al interior de Tanque</i>	107
<i>Fotografía 25. Imagen de Tanque NaHS Planta Moly</i>	107

Resumen

Al pasar el tiempo, la tecnología ha identificado nuevas herramientas para el apoyo del desarrollo de obras de ingeniería. Estos productos han facilitado al proceso Topográfico, contar con nuevos controles de medición y el empleo de equipamiento más sofisticado. Siendo la topografía una disciplina muy importante en el montaje de maquinaria especializada, elaboración de estudios y la construcción de proyectos de gran envergadura.

El estudio se realizó en la unidad minera las Bambas, ubicado en el Distrito de Challhuahuacho, Provincia de Cotabambas, Departamento de Apurímac, en el año 2021. Aplicando la topografía automatizada para el montaje del nuevo Tanque de Almacenamiento de NASH para la planta Moly. La minera MMG LAS BAMBAS estableció 2 puntos de control geodésicos de orden C, a partir de ellos se estableció una poligonal abierta con 6 puntos de control auxiliar, los mismos que fueron compensados y monumentados dentro del área de ejecución del proyecto. Este proyecto se basa en la implementación del proceso de mineralización en la planta de Molibdeno, y a la vez la construcción del nuevo Tanque de Almacenamiento NASH. Desde trabajos de movimientos de tierras, cimentación y el montaje propio del nuevo Tanque de Almacenamiento.

El rol fundamental de la topografía dentro de un sistema constructivo y de ensamble consiste en la marcación y posicionamiento correcto de todos los elementos que dependen de un proyecto. En este proyecto se aplicó todos los conocimientos adquiridos a lo largo de una vasta experiencia de ingeniería y topografía, desarrollando la nueva construcción y comisionamiento del nuevo Tanque de Almacenamiento, en la ampliación de la nueva planta de procesos. Reflejando los diversos controles que se realizó en este proyecto.

Palabras Claves: Montaje, Topografía, Tanque, Almacenamiento, Tecnología

Abstract

Over time, technology has identified new tools to support the development of engineering works. These products have made it easier for the Topographic process to have new measurement controls and the use of more sophisticated equipment. Being topography a very important discipline in the assembly of specialized machinery, preparation of studies and the construction of large-scale projects.

This research was carried out in the Las Bambas mining unit, located in the Challhuahuacho District, Cotabambas Province, Apurímac Department, in the year 2021. Applying automated topography for the assembly of the NASH storage tank for the Moly plant The company (MMG- las Bambas) establish 2 geodesic control points of order C, with which the company T&S Services de Ingeniería SAC establishes another 2 control points in the work area, from which an open traverse is established with 6 auxiliary control points, the same ones that were measured and adjusted with the total station. This project is based on the implementation of the NASH storage tank structure from the foundation to its respective assembly for the optimization of the process plant in the MMG Las Bambas Apurimac region.

The fundamental role of topography within a construction and assembly system consists of the correct marking and positioning of all the elements that depend on a project. In this project, all the knowledge acquired throughout a vast engineering and topography experience was applied, developing the new construction and commissioning of the new Storage Tank, in the expansion of the new process plant. In which the various controls that were carried out in this project are reflected.

Keywords: Assembly, Topography, Tank, Storage, Technology

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La topografía se define como la ciencia y el arte de plasmar y trazar el posicionamiento y elevaciones de todo tipo de objeto, a nivel de la superficie plana de la tierra. La topografía considera una extensa clasificación de áreas de ingeniería involucradas, tales como: la ingeniería civil, ingeniería de minas, ingeniería geológica, ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica y electromecánica, entre otros.

Para cada área de ingeniería, la topografía considera distintos procedimientos de ejecución y equipamiento. La topografía forma parte muy importante en todo proyecto de construcción, ya que permanece de principio y fin en la ejecución de la misma.

Los métodos y procedimientos técnicos de levantamiento y replanteo topográfico son considerados como base primordial, para todo estudio de proyectos, determinando la planimetría y altimetría del terreno.

1.1. Situación Problemática

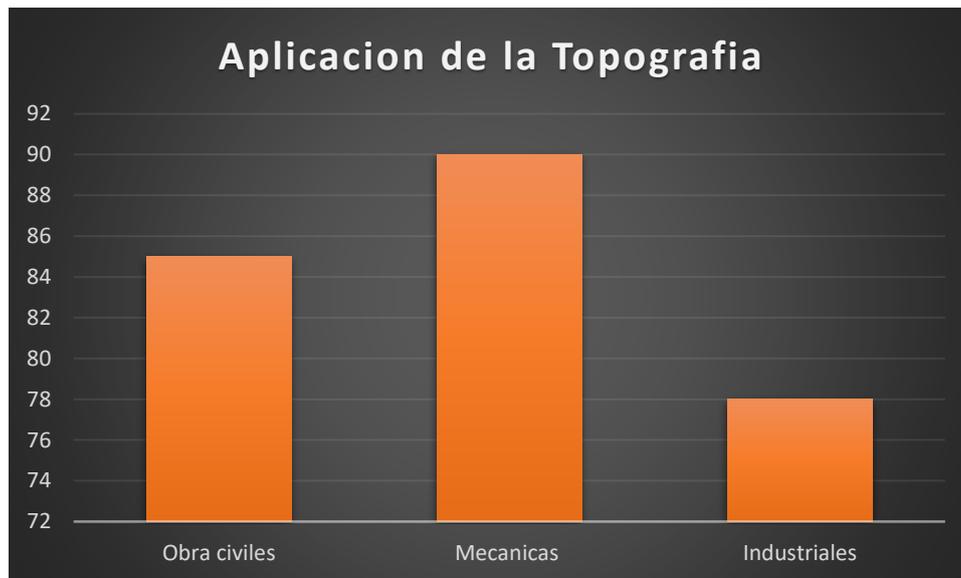
El control y optimización de la topografía aplicada al montaje mecánico es de vital importancia en diferentes proyectos industriales, lo que conlleva a una búsqueda de equipos y métodos más precisos para su óptimo control, en cuanto a los equipos topográficos, la Estación Total y Nivel Automático con Micrómetro son los más requeridos y empleados, disponibles en variedades y precisiones en el mercado. Las inquietudes presentadas al momento de realizar un proyecto de montaje mecánico motivan a realizar el presente trabajo.

El montaje de una estructura y/o equipo en una obra civil depende mucho de la magnitud de esta, debido a las tolerancias de montaje, a mayor dimensión de la estructura y/o equipo mayor tolerancia de montaje y a menor dimensión de la estructura y/o equipo menor tolerancia de montaje, tolerancias de montaje basadas en el ISO 2768.

Construir un Tanque de Almacenamiento que contenga materiales tan dañinos y nocivos para el ser humano como para el medio ambiente, contempla mucho control y buena lectura de planos de diseño, se debe ejecutar de una manera eficiente y eficaz, ya que este proyecto consiste en el almacenamiento y transporte de HIDROSULFURO DE SODIO (NAHS) a diferentes áreas de procesamiento de

pulpa y crudo de mineral. Se busca realizar la construcción del Tanque de almacenamiento NASH, partiendo con controles y trazos de movimiento tierras, obras civiles y montaje mecánico del Tanque con una precisión y exactitud que solamente la topografía automatizada puede lograr, teniendo muy en cuenta la correcta interpretación de los planos, y el correcto uso de los equipos topográficos.

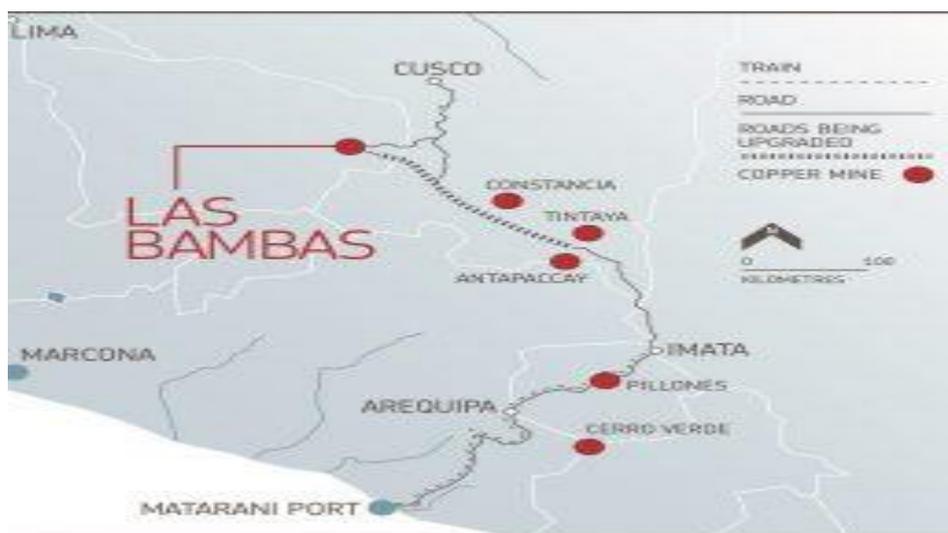
Figura 1. Gráfico de porcentajes de aplicación de la Topografía en diferentes áreas de acción.



Fuente: Elaboración Propia.

El estudio se basará en la aplicación de la topografía mecánica para montaje del Tanque de Almacenamiento, dentro de las tolerancias establecidas de diseño, con desfases mínimos en verticalidad y planicidad. Con apoyo de la Estación Total LEICA ts06 de precisión 1 segundo y Nivel Automatizo TOPCON con micrómetro de precisión 0.1 mm. Sustancialmente en este estudio se evaluará la diferencia de la topografía convencional, con la topografía mecánica aplicada al montaje de Tanque de Almacenamiento NaHS.

Figura 2. Imagen de Ciudad de Cotabambas, departamento de Apurímac



Fuente: Transporte de concentrado de cobre en las Bambas – We Mine For Progress – MMG

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera la topografía automatizada se aplica en el montaje del nuevo Tanque de Almacenamiento de NaHS para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera influyen los estándares, normas y tolerancias en el proceso constructivo y de montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas?
- ¿De qué manera influye el empleo de estación total LEICA TS06 1" en el montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas?
- ¿De qué manera influye la correcta lectura e interpretación de planos mecánicos, fabricación y de montaje para el montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NaHS para la planta Moly en la minera MMG las Bambas?

1.3. Justificación Teórica

En muchos proyectos un profesional encargado de construcción y montaje mecánico, debe considerar muchos aspectos teóricos y prácticos desde el conocimiento de maquinarias, herramientas y tecnología, para luego aplicarlo con tolerancias mínimas, en los últimos años la topografía automatizada ha sido una herramienta muy importante para la ejecución de obras de gran envergadura, ya que se aplican en obras civiles, en obras de montaje mecánico, industrial, etc. La construcción del Tanque de Almacenamiento estará fundamentada con el correcto manejo de todas las áreas involucradas, considerando la topografía en cada proceso constructivo. Todo estará verificado de acuerdo al avance de construcción apoyados con los planos de diseño, respetando las tolerancias y cumpliendo las normativas de la construcción.

Los tanques de almacenamiento de hidrosulfuros líquidos, en los distintos procesos en que intervienen, funcionan en escenarios que conllevan el riesgo de la aparición de sobrepresión y vacío al interior de los mismos. Estas situaciones presentadas en la mayoría de veces son causadas y presentadas por condiciones de operatividad, eventos climáticos (altas y bajas temperaturas), incidentes y accidentes (fuego e inundación). La presencia de altas presiones conlleva el inminente riesgo y peligro que representa una explosión, tanto para el equipamiento, como para los demás sub-equipos y al personal destacado presentes en la facilidad, con los acordes resultados que ocasiona este tipo de sucesos. La aparición de un vacío, conlleva daños en el cuerpo y la estructura, visualizándose como el aplastamiento del tanque. Es por ello, que, sobre este equipamiento, se hace obligatorio e prescindible, implementar medidas de control para eliminar la probabilidad de que se presente estos sucesos. Para tal efecto, se prevé la instalación y establecimientos de mecanismos de seguridad, que operen y permanezcan ante y durante la aparición de sucesos, evitando daños sobre el Tanque de almacenamiento.

1.4. Justificación Práctica

En cada proyecto de ámbito civil o mecánico nos debemos enfocar en el tipo de topografía a emplear, en este caso el montaje directo del Tanque de Almacenamiento evalúa dos aspectos muy importantes, los planos liberados para construcción y la precisión de los equipos topográficos. Para el montaje de cada parte del tanque se debe conocer la parte mecánica y accesorios, que consolidan

cada estructura del Tanque, mediante los ejes principales de planta y sección que posee cada plano. Se comienza con el trazo y replanteo de dichos ejes en campo dentro de las tolerancias establecidas en el ISO 2378, pero antes de lograrlo se debe evaluar las posibles interferencias existentes previamente mapeadas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar el correcto control mecánico, aplicando la topografía automatizada en el montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NaHS para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac

1.5.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia al considerar los estándares, normas y tolerancias en el proceso constructivo y de montaje del nuevo Tanque de Almacenamiento de NaHS para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.
- Comprobar y emplear todas las especificaciones técnicas de precisión del equipo estación total LEICA Ts06 1" para el montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.
- Identificar y seleccionar los planos mecánicos y de fabricación, con los que se realizará el montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La topografía automatizada influye significativamente al montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- Los estándares, normas y tolerancias influyen significativamente al proceso constructivo del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.
- Los Equipos topográficos según ficha técnica de precisión influyen significativamente en la construcción del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.
- La correcta lectura e interpretación de planos mecánicos, fabricación y de montaje influyen significativamente en la construcción del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

La topografía mecánica especializada dentro de la Ingeniería Civil, es la ciencia y/o área principal de toda construcción, que se identifica por emplear métodos y conocimientos y plasmarlos en diseño y trazos.

El principal objetivo en los proyectos de ingeniería y construcción, de un levantamiento topográfico a detalle, es determinar y plasmar, el posicionamiento real y referencial, interpolando puntos sobre un plano horizontal. Apoyados mediante el método llamado planimetría. El siguiente objetivo es determinar y plasmar la altura remota y referencial entre varios puntos, en relación con el plano vertical, altimetría. Esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Luego de determinar dos objetivos (planimetría y altimetría), será posible el trazo y replanteo de ejes, planos y mapas cartográficos a partir de los resultados obtenidos, logrando un levantamiento topográfico.

La topografía tiene gran importancia en la aplicación, estudio y proyección de diseños arquitectónicos y de ingeniería, ya que es la base fundamental en la que un diseño o futuro proyecto deberá ejecutarse a escala determinada; a la vez es muy importante para replanteos topográficos de ejes principales, proyectos de edificaciones, carreteras, líneas de impulsión, flechado eléctrico, montajes mecánicos, entre otros ya establecidas.

Los proyectos de diseño y de ingeniería, de levantamientos topográficos a detalle y la topografía en general, tienen un gran interés en el desarrollo de proyectos de construcción de infraestructuras en general, debido a la evolución tecnológica y avance automatizado que se ha producido en esta ciencia con la ayuda de los nuevos avances automatizados, que permiten llevar a cabo mediciones y descripciones más precisas y exactas, respetando y llegando a tolerancias requeridas.

La topografía tiene aplicaciones dentro de la Ingeniería Mecánica en instalación precisa de máquinas y equipos industriales relacionados con Nivelación y Alineación de:

- Placas bases para equipos (motores, reductores, estructuras)

- Puente grúas
- Rodillerías, secadores, mesas de formación, Yankees, Doctors, Calan, Winder, prensas en Máquinas Papeleras
- Trenes de laminación, transportadores de palanquillas en Siderúrgicas
- Secadoras, transportadores, elevadores de cangilones, VTI, VTF, filtros rotativos, agitadores, clarificadores, molinos, mesas de caña, desfibradoras, picadoras, calderas en Industria Azucarera.
- Inyectoras, extrusoras, transportadores en Industria del Plástico
- Turbinas, cámaras espirales, maguitos, generadores, equipos periféricos, en Hidroeléctricas
- Hornos rotativos, quemadores, agitadores, en Cementeras

También se tienen distintas aplicaciones en otros sectores de la industria, alimenticia, farmacéutica entre otros.

La topografía tiene aplicaciones dentro de la ingeniería eléctrica:

- En los levantamientos previos terreno natural y los trazos de recorridos de toda línea de transmisión eléctrica, blindo barras.
- Construcción de sub-estaciones eléctricas.
- En instalación y montaje de equipos en plantas nucleoelectricas, etc.

La topografía tiene aplicaciones dentro de la ingeniería civil:

- En ella es necesario realizar trabajos topográficos a todo nivel, antes, durante y después de la construcción de obras tales como túneles, carreteras, ferrocarriles, urbanización, edificios, puentes, canales, presas, plataformas, etc.

2.2. Antecedentes de Investigación

2.2.1. Antecedentes Internacionales

Según Virginia Casas Rojo con su tesis (2015): APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ESTIMACION EN EL AJUSTE DE OBSERVACIONES EN LA RED BÁSICA DE TOPOGRAFÍA. Realizada en la Escuela de ingeniería en Madrid, España. El objetivo de este proyecto se basa en comprobar si es posible encontrar métodos de ajuste con los que poder corregir observaciones altimétricas con errores groseros, que pueden ser causados por el operador al realizar la observación o por otras circunstancias. El ajuste por el método clásico de mínimos cuadrados tiende

a repartir los errores cometidos entre todas las observaciones, lo que da como resultado residuos muy elevados cuando se realiza el ajuste de una red cuyas observaciones poseen un error grosero o varios.

Según Humberto Ramiro Hernández Cruz con su tesis (2016): TOPOGRAFIA APLICADA EN EL CONTROL DE OBRA CIVIL Y EN LA COLOCACION DE MAQUINARIA INDUSTRIAL. Realizada en la Escuela superior de Ingeniería y Arquitectura unidad de Ciencia de la Tierra. México D.F. Aplicar la topografía en el montaje y control de maquinaria especializada, es una actividad que, a diferencia del control de una obra civil, lleva a cabo tareas de minuciosos cuidados que cambian la percepción de una obra en un montaje.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

Según Michael José Rosas Chacón con su tesis (2019): CONSTRUCCIÓN, MANTENIMIENTO Y ESTIMACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA DE UN CISTERNA CONSTRUIDO DE PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 PARA TRANSPORTAR HIDROSULFURO DE SODIO (NaHS). Realizada en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Las cisternas con capacidades de hasta 23000 L (litros) circulan por carretera nacional y carreteras privadas hasta los puntos de descarga donde trasiegan el producto a tanques de almacenamiento especialmente fabricados de un acero resistente a la corrosión.

Según Helder Vizcarra Quispe, Alex Edward Vizcarra Quispe con su tesis (2019): COMPARACIÓN DE CONTROL TOPOGRÁFICO, REPLANTEO EN LA CONSTRUCCIÓN, PRESA RELAVES CON ESTACIÓN TOTAL Y GPS DIFERENCIAL EN TIEMPO REAL (RTK), MINERA LAS BAMBAS – APURIMAC. Realizada en la Universidad Nacional del Altiplano. Teniendo como objetivo general comparar el control topográfico aplicado en la construcción presa de relaves, utilizando estación total y GPS diferencial en modo RTK (cinemático en tiempo real). Se utilizó la prueba estadística de T Student para el procesamiento estadístico, concluyendo que no hay diferencias significativas en el replanteo entre la estación total y GPS diferencial, ya que se encuentran en un rango de 1 a 12 mm. en norte, de 1 a 14 mm. en este y de 0 a 13 mm. en elevación.

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Topografía y control de montaje metal mecánico

Algunos trabajos de diseño y medición, especialmente el posicionamiento, como la inserción de insertos, de anclajes y/o la inspección de conjuntos metálicos mecánicos, requieren una alta precisión en espacios muy pequeños.

Para lograr el efecto deseado, la topografía utiliza todas las herramientas que proporciona la Geodesia en espacios reducidos, de ahí esta rama de la geometría actual conocida como Micro Geodesia.

Al igual que en la medición geodésica se utilizan métodos de medición especiales e instrumentos específicos, en la Micro Geodesia se utilizan los mismos instrumentos de acuerdo con este requisito.

Fotografía 1. Imagen de Posicionamiento mecánico de tubería forzada



Fuente: Central Hidroeléctrica Renovandes H1

2.3.2. Topografía montaje de estructura

Para los trabajos de montaje en campo, se utilizarán herramientas y equipos con diversos elementos mecánicos de precisión adecuada, para realizar los trabajos topográficos a las necesidades del proyecto. Antes de comenzar el trabajo de instalación, el topógrafo deberá realizar un levantamiento topográfico post-concreto de los cimientos y hastiales de concreto, pernos de anclaje e insertos, para garantizar que todos estén alineados horizontal y verticalmente a lo largo del plano del proyecto. Generará un registro con el valor obtenido.

Primero, se distribuirán las placas bases de cada estructura según corresponda, inmediatamente el nivelador proporcionará el punto de nivelación inicial y final de cada placa base, luego el instalador usará un nivel mecánico para controlar el trabajo de nivelación, luego el nivelador realizará una inspección final para confirmar el nivel necesario para el proyecto. Los registros deberán ser preparados por personal topográfico y deberán contener al menos un valor de grado, tomado del centro de la losa o donde sea más ventajoso, deberá estar dentro de las tolerancias especificadas en las especificaciones del proyecto.

El topógrafo utilizará la etiqueta para marcar el eje de referencia de la unidad estructural en la cimentación. Los ensambladores usarán estas etiquetas para prelinear los componentes ensamblados con tuercas precargadas para evitar que se muevan.

Tras el alineamiento inicial de la estructura por parte del instalador, el topógrafo mecánico comprobará el alineamiento de su base con el terreno, anotando los valores obtenidos en el catastro, que corresponderán a especificaciones técnicas del proyecto. Posteriormente se realizará la verticalización de las estructuras en los 360° de circunferencia. Estos trabajos se realizarán con la asistencia de trabajadores de la construcción con la ayuda de grúas para ajustar la verticalidad y alinear las columnas en las direcciones requeridas. Después de verificar todas las estructuras, se realiza la verificación topográfica, y sus valores se plasmarán en el registro topográfico. La operación no se puede deshacer hasta que todos los pernos de todos los miembros estructurales estén apretados, de lo contrario, se debe volver a inspeccionar la columna.

Figura 3. Imagen de verticalidad Estructuras Metálicas



Fuente: Topografía e Ingeniería Topocal

2.3.3. La Topografía

La topografía es la ciencia aplicada encargada de determinar las posiciones relativas o absolutas de puntos en la Tierra y representar porciones de la superficie terrestre en un plano, en otras palabras, es el estudio de métodos y procedimientos para tomar medidas en el suelo-terreno y representarlos gráficamente. De acuerdo a las condiciones de proyecto establecidas en el plan, también se realizan los trabajos de deslinde, adjudicación de terrenos, catastro rural y catastro urbano de la ciudad, y en su forma más compleja, delimita países y fronteras nacionales.

La topografía, también conocida y denominada recientemente como geomática, se ha definido tradicionalmente como la ciencia, el arte y la tecnología de descubrir o determinar las posiciones relativas de puntos sobre, la superficie de la Tierra. Sin embargo, en un sentido más general, la geodesia (geo informática) puede considerarse como una disciplina que se ocupa de la medición y recopilación de información física sobre la Tierra y nuestro entorno, procesando información allí, y difundiendo diferentes resultados a muchas personas.

El terreno fue un problema desde el comienzo mismo de la civilización. Su aplicación principal es medir y definir los límites de los derechos de propiedad. Su importancia ha aumentado a lo largo de los años con una creciente necesidad de mapas y otro tipo de información espacial, y más recientemente con la necesidad de establecer líneas y horizontes más precisos como guías para las actividades de construcción.

Reconociendo el alcance y la importancia de las actividades de encuestas recientes, la Federación Internacional de Agrimensores adoptó recientemente la siguiente definición:

“Un topógrafo es un profesional con las características académicas y pericia técnica para realizar una o más de las siguientes actividades”.

- Defina, mida y represente terrenos, objetos 3D, campos de puntos y trayectorias.
- Recolectar e interpretar información topográfica geográficamente relevante,
- Utilizar esta información para planificar y gestionar de manera efectiva del terreno, el mar y todas las estructuras ubicadas en ellos, y
- Realizar investigación sobre las prácticas anteriores y desarrolladas. (Wolf & Ghilani, 2016).

Figura 4. Imagen de la evolución de la Topografía



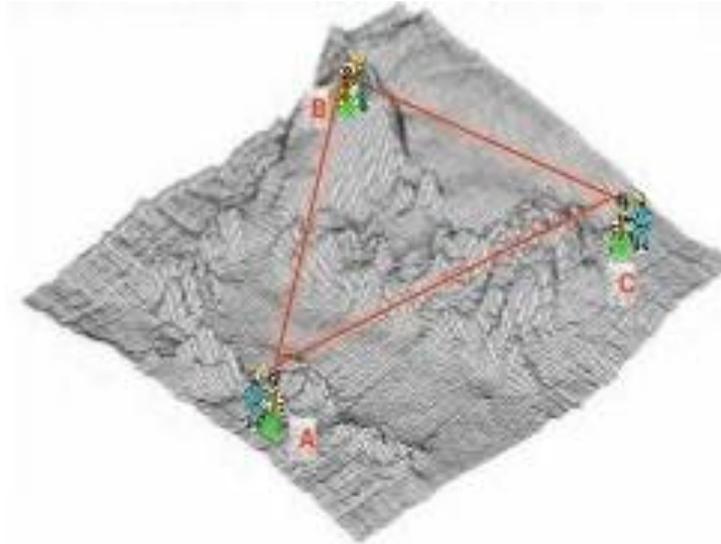
Fuente: CIVIL PRO FIT – evolución de la topografía

2.3.4. Puntos de Control

Conjunto de actividades destinadas a verificar o probar la ejecución de los movimientos de tierra, tratándose de obras viales, no sólo las dimensiones y elementos de la losa asfáltica o rotura, sino también los testigos relacionados y especificaciones técnicas, el radio de curvatura, el peralte, el bombeo, la ubicación de los puntos inicial y final de la curva, la pendiente, el vértice y demás elementos

geométricos de las curvas longitudinales y transversales. Por otro lado, para inmuebles mineros, el topógrafo debe verificar la ubicación de los hitos, examinarlos o anclarlos a la Red Geodésica Nacional o red GPS, las dimensiones exactas de los hitos y el método de topografía o geodesia utilizado. En general, los topógrafos deben desarrollar todas las actividades de acuerdo a la normativa vigente y a estándares establecidos en las normas de construcción.

Figura 5. Imagen de puntos de Control Topográfico



Fuente: Topografía es.slishare.net

2.3.5. Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico incluye una serie de actividades destinadas a describir la composición de una porción de la superficie terrestre conocida como terreno, formada por la ubicación de objetos naturales o artificiales. Esta observación se obtiene a partir de la posición de un punto en el terreno para que las formas y los detalles se muestren en el mapa. El levantamiento topográfico en sí, implica una serie de operaciones encaminadas, a obtener un mapa topográfico completo. El objetivo es reconstruir la morfología del terreno lo más fielmente posible, de acuerdo con las reglas de similitud que deben cumplirse en esos casos.

El estudio de la topografía de cualquier sitio utilizado para un proyecto en particular comienza con la elaboración de un plan inicial, que ayuda a organizar el trabajo, para colocar marcas en el terreno para guiar la implementación y características del sitio, por ejemplo, ríos, lagos, embalses, caminos, bosques, rocas, o diferentes elementos existentes de fincas, estanques, represas, diques,

alcantarillas o acueductos. Los esquemas y/o planos a elaborar constituyen diseños en plantas del terreno.

Las diferencias de altura de los distintos relieves, tales como valles, llanuras, colinas o pendientes; o la diferencia de la altura entre los elementos de un emplazamiento. (Zuñiga, 2010).

Figura 6. Imagen de levantamiento Topográfico



Fuente: Topografía y Construcción TOP&CON srl

2.3.6. Poligonación

La poligonación es un método de levantamiento de control. Definido como varios puntos de control (estaciones) seleccionados para el estudio, son mutuamente visibles entre ellos. Las líneas que conectan estos lugares son los lados del polígono, y la medida es la medida del ángulo entre las líneas consecutivas de cada segmento de línea y la longitud de cada segmento.

Una poligonal es una serie de hilos continuos, rotos o no, cuya longitud y dirección están determinadas por mediciones de campo. Su mejor característica es que se puede usar para brindar control en áreas donde la triangulación o la trilateración del terreno no es práctica o es difícil de realizar debido al costo, pero no se debe usar como una alternativa para medir áreas extensas.

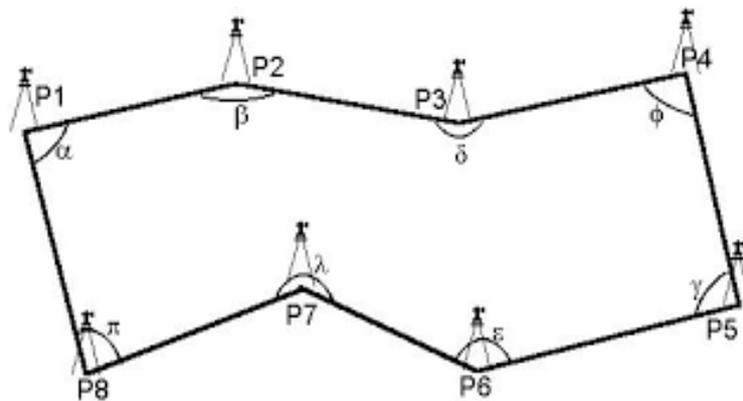
En forma general, las poligonales pueden ser clasificadas en:

- **Poligonales Cerradas:** El punto de inicio es el mismo que el punto de final de cierre, lo que proporciona un control estricto sobre los ángulos y las distancias.
- **Poligonales Abiertas:** También se puede realizar controles de cierre angular y lineal, combinados con controles de proximidad. Conociendo las

coordenadas de los puntos de inicio y final, siendo posible realizar controles de ajuste y compensación de cierres angulares y lineales.

Al ejecutar poligonales abiertas, generalmente diseños de líneas rectas como carreteras, autopistas, alcantarillas, etc. En este punto, el diseño se divide en segmentos de líneas rectas, y se determina la forma de línea de cada segmento; es decir, mide cada azimut y distancia para construir la poligonal abierta. En resumen, este método es muy similar al método de levantamiento de campo, con la diferencia de que su propósito no es definir el área sino determinar la ruta de construcción. Al inicio de la medición, coloque el teodolito en el punto de partida, se nivela, se lleva a ceros compensados (asegúrese de que coincida con el eje del norte magnético o cualquiera de ellos) y mida el ángulo entre este eje y el siguiente (2), después de lo anterior se mide y determina la distancia horizontal ente el primer punto y el segundo.

Figura 7. Imagen de poligonacion Topográfica



Fuente: Topografía Geocaf

2.3.7. Topografía en Obras Civiles

En toda aquella construcción que se enfoca al mantenimiento, a la distribución y para el bienestar social.

Los levantamientos topográficos y los métodos de procesos de control de obra, defieren de lo que existe en los libros y de los que visualiza en campo. Muchos de los métodos de medición indicados se basan en las condiciones del campo, sin embargo, existen ciertos límites y tolerancias para el desarrollo de las actividades, tales como el tiempo directo de obra y el tipo de trabajo.

2.3.8. Levantamiento topográfico con estación total.

En base a los planos de proyecto se inicia la conformación de la cuadrilla de topografía, cuyo primer trabajo es la ubicación de los puntos de referencia del proyecto, la comprobación de dichos puntos de control topográficos será mediante Estación Total en coordenadas Norte, este y en alturas será con nivel automático, las georreferenciones de estos puntos serán desde los puntos aprobados por la supervisión.

Posteriormente, se iniciará los trabajos a lo largo del trazo a realizar, materializando puntos físicos inamovibles, determinando y colocando Bench Mark auxiliares (banco de marca).

Se realizará un levantamiento topográfico de las condiciones naturales del terreno, con fines de cálculo de áreas y los volúmenes de movimiento de tierras.

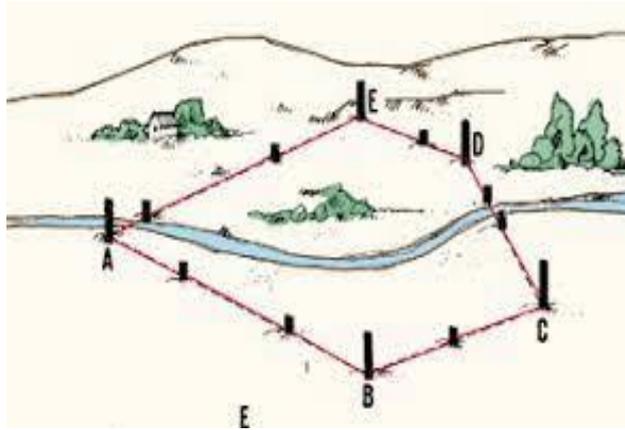
El levantamiento topográfico se realizará con equipo estación total, que registra en su memoria interna las coordenadas en el sistema UTM, calculando y determinando las áreas, volúmenes y perfiles se realizarán procesando información del equipo mediante herramientas Civil 3D.

Todo levantamiento topográfico se realizará tomando puntos de posición espaciados entre sí a una distancia entre 2.5 m a 20 m. y correctamente ubicados en zonas de inflexión que permitan un cálculo de volúmenes, dibujo de secciones y perfiles lo más cercano posible al relieve del terreno.

2.3.9. Planimetría:

En términos de topografía, la investigación tiende hacia métodos y procedimientos que permitan la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana, sin remediación.

Figura 8. Imagen de planimetría Topográfica



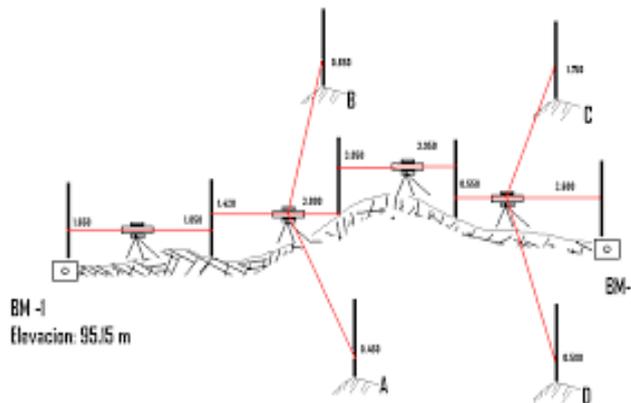
Fuente: Levantamientos Topográficos www.fao.org

2.3.10. Altimetría

Estudia y practica el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la elevación, de cada punto sobre el plano de referencia.

En el desarrollo de un control de una obra civil uno de los factores más importantes que se debe determinar es aquel que se refiere al ensamble de maquinaria pesada, su localización, su nivelación y su reubicación. EL control de levantamientos civiles o metrología industrial permite las industrias crear sus productos de mayor calidad.

Figura 9. Imagen de altimetría o Nivelación



Fuente: Levantamientos Topográficos www.fao.org

2.3.11. Trazo y replanteo topográfico

- Todo trazo y replanteo de ejes, vértices y cotas deberá de realizarse dentro de las tolerancias que se indique en los planos.
- En función del eje principal se localizan las construcciones proyectadas y se trazará los puntos necesarios para su construcción y o replanteo. Estos puntos o trazos deben de ser aprobados y protocolizados.
- Se deben tomar las medidas necesarias para asegurar que los trabajos de localización sean exactos.
- Las tareas en el replanteo topográfico son: control de cotas, pendientes, secciones transversales, esta información servirá para constatar con lo iniciado en el plano, si hubiera alguna diferencia mayor que esta fuera de las tolerancias del proyecto se hará un RED LINE en campo y si la variación es significativa se procederá a enviar un RFI para el conocimiento del supervisor y la aprobación del mismo.
- Finalmente se deberá llenar el protocolo de verificación topográfica, firmado por el topógrafo de campo y el supervisor, adicionando las firmas de aseguramiento de calidad.

Figura 10. Imagen de trazo y replanteo topográfico



Fuente: Levantamientos Topográficos Diccionario de Geotecnia

2.3.12. Nivelación de cotas con nivel automático

- Todos los niveles de fondos de excavación y llenados de concreto serán establecidos con nivel automático.
- Todos los niveles de insertos, anclajes, planchas metálicas, tuberías, accesorios, equipos y otros serán establecidos con nivel automático con Micrómetro.

- Las corridas de nivelación serán desde los Bench Mark aprobados o auxiliares.

Figura 11. Imagen de nivel automático con Micrómetro



Fuente: Equipos TOP&CON srl

2.3.13. Verificación de Niveles y longitudes

En los replanteos de troncales de GRP se deben de tener en cuenta una (01) consideración importante: La primera la verificación de los niveles según el perfil longitudinal de la tubería (cota de fondo de excavación).

En el replanteo de las obras adicionales al proyecto se tomará en cuenta la información proporcionada en los planos contractuales, cualquier cambio de ubicación y trazo deberán ser coordinados previamente con el supervisor de turno.

Una vez verificada la posición de los equipos se toman las medidas longitudinales para obtener el metrado real.

De existir diferencias entre lo replanteado y el proyecto, se enviará al cliente los datos replanteados para su procesamiento y posterior elaboración de los planos de replanteo; teniendo en cuenta la suma importancia de los mismos para el inicio de las ejecuciones a nivel de obra. Es importante señalar que el contratista entregará los planos de replanteo en DWG a la Supervisión, para sus revisiones y aprobaciones según sean los casos.

Conociendo el trazo de la tubería y aceptado por la supervisión, se partirá desde el primer punto con progresiva 0+000.00, por cada 10m de distancia y en cada cambio de pendiente (por ejemplo, quebradas) o cruces con estructuras existentes se tomarán las cotas de terreno. Es importante replantear las cotas de terreno del perfil longitudinal, se dan casos en que existe variación entre las cotas de proyecto y las cotas reales de campo, esto se realizará llevando una nivelación

de “ida y vuelta” para minimizar el error; es decir, partimos de un punto geodésico y mediante nivelaciones sucesivas es trasladado hasta la siguiente Bench Mark y regresamos al mismo punto del que hemos partido, esto nos permitirá comprobar los posibles errores en los que hayamos podido incurrir en el proceso (errores de + 0.002m). Este proceso en se realizará con nivel.

2.3.14. Control de contrastación de estación total

- Este control tiene como finalidad de generar la misma lectura con cualquier equipo en campo, tanto angular como longitudinal.
- El tiempo de durabilidad de la contrastación del equipo será no menor a 7 días y se solicitará una nueva contrastación según requerimiento del supervisor.

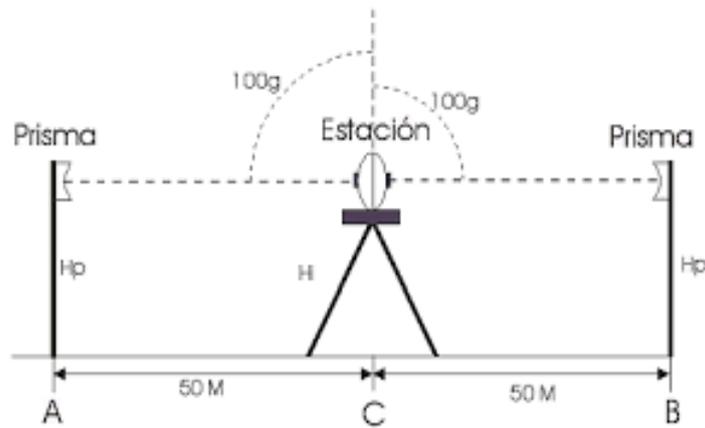
✓ **Distancia**

- Establecer puntos de control en una zona plana, los cuales partirán desde un punto base hasta las longitudes debidamente referenciadas a una línea.
- Se instalará el equipo en el punto base.
- Se darán lecturas a los puntos referenciados en la superficie con un bastón prisma o mini prisma según se requiera, los cuales deben de coincidir con la misma información del punto.
- Se realizará un ajuste al equipo si es necesario.
- Se llenará el registro de contrastación de equipos topográficos con la información obtenida en campo, con el cual se dará el visto bueno para continuar u observar el equipo con los trabajos.

✓ **Angular**

- Establecer un punto sobre una superficie perpendicular al terreno natural.
- Se instalará el equipo a una distancia mayor a 25 metros.
- Se darán lectura del ángulo horizontal y vertical.
- Se realizará un giro de 180 grados horizontal y vertical.
- Se verificarán las lecturas iniciales y finales para poder definir el grado de desviación vertical y horizontal.

Figura 12. Imagen de contrastación de Estación Total

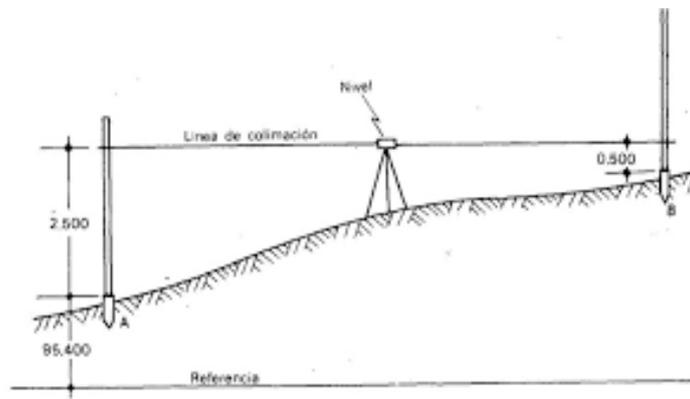


Fuente: Profesor José Antonio Pardiñas – Estación Total

2.3.15. Control de contrastación para nivel automático

- Este control tiene como finalidad de generar una sola medición vertical con los niveles que vienen trabajando en el proyecto.
 - El tiempo de durabilidad de la contrastación del equipo será no menor a 7 días y se solicitará una nueva contrastación según requerimiento del supervisor.
- ✓ **Verticalidad**
- Establecer bases a los extremos de una zona plana, las cuales denominaremos base 1 y base 2.
 - Se instalará el equipo en 2 diferentes puntos.
 - Se realizan las lecturas a la mira topográfica desde la zona media de las bases, lectura base 1 y base 2
 - Se realizan lecturas cerca a la base 1 dando lectura a larga distancia a la base 2 y así posteriormente se realizará de la base 2 a la base 1.
 - Se llenará el registro de contrastación de equipos topográficos con la información obtenida, con la cual se dará el visto bueno para continuar u observar el equipo.

Figura 13. Imagen de contrastación de Nivel Automático



Fuente: Nivel Óptico Sedici - UNLP

2.3.16. Requisitos del área de montaje y trazo topográfico

✓ **Espacio para montaje interno y despejado**

El lugar de instalación debe ser lo suficientemente amplio, espacioso y luminoso, para que se pueda realizar la ejecución y construcción del equipamiento. El piso debe estar nivelado y el área de trabajo no debe presentar un riesgo ni peligro inevitable, para el montajista.

✓ **Evitar el acceso no autorizado al lugar de trabajo**

Evite que personas no autorizadas y transeúntes pasen por debajo del lugar de trabajo. Asegúrese de que el área de protección sea lo suficientemente grande para evitar lesiones por la caída de piezas o herramientas.

✓ **Reducir riesgos al mover maquinaria**

Asegúrese de que ninguna persona o parte del cuerpo sea golpeada, aplastada o comprimida por la máquina. Proteja el área para que el instalador no esté expuesto al movimiento de la máquina, puerta automática o grúa adyacente en el lugar de trabajo. Asegúrese de que las máquinas y los equipos no se pongan en marcha repentinamente y no se muevan durante la instalación. Para reducir el riesgo, deje suficiente espacio en el área de trabajo. Para evitar la sujeción, use un equipo especial para asegurar correctamente las piezas móviles. Nunca apague ningún dispositivo de seguridad. Al realizar la prueba, debe

estar preparado en caso de que el dispositivo se mueva en la dirección incorrecta.

✓ **Fuente de alimentación – fase de prueba**

El equipo ensamblado debe estar conectado a una fuente de alimentación para la prueba. Nunca conecte una fuente de alimentación sin asegurarse de que cada dispositivo tenga las clasificaciones correctas de voltaje, fase y corriente.

✓ **Dispositivo de elevación**

El dispositivo de montaje es un componente muy pesado y debe montarse con una grúa estacionaria o autopropulsada. Asegúrese de tener una grúa adecuada capaz de levantar el peso total del equipo.

✓ **Elevación**

Asegúrese de que haya buena iluminación alrededor del sitio de instalación. Es necesario tomar algunas medidas durante el montaje, por lo que es importante tener la vista adecuada para tomarlas correctamente.

✓ **Puntos auxiliares**

Se establecerá puntos auxiliares de control monumentados en campo para cada tipo de labor solicitada, estos puntos auxiliares de control serán aprobados por supervisión (este y norte), a la vez se establecerán BMs de control también solicitados para su liberación y aprobación.

2.3.17. Norma API

El American Petroleum Institute (API) es una organización estadounidense que “representa todos los segmentos de la industria del gas natural y el petróleo”, según lo explican en su sitio web oficial.

La organización se fundó en 1919 y desde entonces, además de procesar y distribuir energía en todo Estados Unidos, han desarrollado más de 700 estándares que mejoran la seguridad operativa, ambiental y de sostenibilidad de diversos productos, por ejemplo, los tanques de almacenamiento.

Aunque API comenzó a promover la seguridad en la industria a nivel nacional, en los últimos años su trabajo se ha expandido hasta tener un alcance internacional, permitiendo liderar el desarrollo de estándares operativos que mejoran las prácticas de compañías alrededor del mundo. “API mantiene más de 700 estándares y prácticas recomendadas, abarcan desde la protección ambiental, prácticas de operación e ingeniería, hasta equipos y materiales seguros. Nuestras normas API son las más citadas por la comunidad reguladora internacional”, añade la organización.

✓ **¿Para qué son las normas API?**

Las normas API son reconocidas internacionalmente por su rigor técnico y su acreditación de terceros; es decir, que tiene la aceptación por parte de reguladores estatales y federales en muchos países del mundo.

Con estas normas, las compañías pueden fabricar productos de mayor calidad y brindar servicios más eficientes. Además, se garantiza la equidad en el mercado para las empresas y se promueve la aceptación de las buenas prácticas en las industrias, principalmente las que trabajan con el petróleo y sus derivados.

“Los estándares API mejoran la seguridad de las operaciones de la industria, garantizan la calidad, ayudan a mantener bajos los costos, reducen el desperdicio y minimizan la confusión. Llevan los productos al mercado más rápidamente y ayudan a acelerar la aceptación”, puntualiza la organización.

El conjunto de estándares que maneja API se enfoca en diversas áreas de la industria del petróleo y el gas. Por medio de sus normas se promueven especificaciones como el mantenimiento de los pozos y las estructuras de perforación.

Estas normas API también proporcionan orientación y recomendaciones para el diseño de sistemas industriales en instalaciones petroquímicas o en terminales de gas natural. De igual manera, con los estándares se puede mejorar la aplicación y fabricación de productos.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es observable – Transversal, se define como un tipo de investigación observacional que analiza datos de variables recopiladas en un periodo de tiempo sobre una población. Esta variable es la que permanece constante en todo el estudio transversal.

Figura 14. Imagen de diseño de investigación Transversal



Fuente: *Saber y metodología* – wordpress.com

3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación Descriptiva - Cuantitativa, por utilizarse un conocimiento pre existente, aplicando el método que intenta recopilar información cuantificable para ser utilizada en el análisis estadístico de la muestra de población.

Esta herramienta de investigación toma como punto de partida la deducción, en base a análisis de variables, asociando parámetros cuantificables, cuyo punto central es analizar una teoría.

3.2. Población de Estudio

La población está sujeta a los datos tomados en el replanteo y posicionamiento topográfico de los ejes principales y auxiliares en el proceso constructivo del nuevo Tanque de Almacenamiento NaHS – LAS BAMBAS, establecida en el área de ejecución, programación y de estudio.

3.3. Tamaño de Muestra

La muestra está conformada con 20 ejes principales que fueron replanteados y posicionados tanto en obras civiles como en obras de montaje mecánico, y a su vez introducidos (coordenadas topográficas) al software del equipo topográfico (estación total LEICA ts06 1”), para su trazo y replanteo en campo, para así cuantificar las tolerancias y precisiones en rendimientos de tiempos y costos.

3.4. Técnica de Recolección de Datos

3.4.1. Técnica de observación experimental

✓ Recopilación de información

La empresa GOCOM PERU S.A.C solicita mediante carta al área de ingeniería de MMG LAS BAMBAS, los puntos georeferenciados (BMs), cuyos puntos de control son validados por nuestra área de Oficina Técnica dentro de las normas y estándares establecidos.

También se solicita mapeo de todas las interferencias existentes, planos para construcción, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, entre otro.

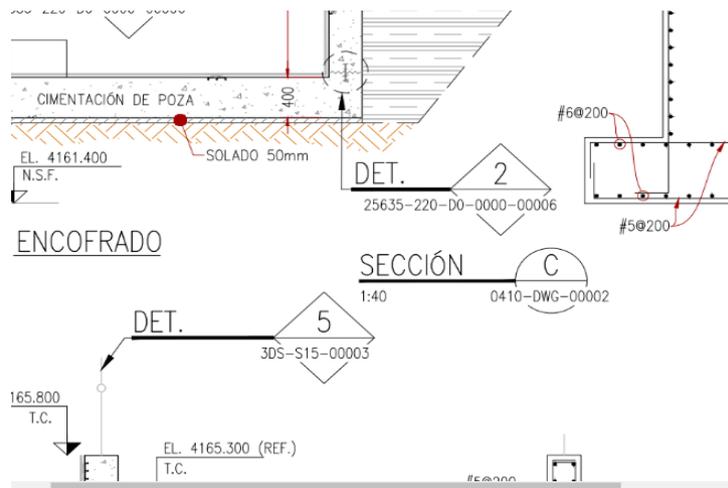
Tabla 1

Cuadro de coordenadas topográficas

CUADRO DE COORDENADAS				
PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	MONUMENTADO
BM1	787921,2840	8440968,0370	4165,7680	MMG LAS BAMBAS
BM2	787911,8100	8440957,8250	4165,7240	MMG LAS BAMBAS
BM3	787905,5840	8440952,0440	4165,9236	POLIGONAL DE APOYO
BM4	787904,6900	8440942,6100	4165,5985	POLIGONAL DE APOYO
BM5	787920,4080	8440933,0200	4165,6890	POLIGONAL DE APOYO
BM6	787931,1690	8440946,1570	4165,6110	POLIGONAL DE APOYO
BM7	787879,3160	8440918,2850	4165,7850	POLIGONAL DE APOYO
BM8	787888,0170	8440907,2580	4165,2680	POLIGONAL DE APOYO
BM9	787910,8460	8440910,4300	4165,1100	POLIGONAL DE APOYO
BM10	787916,7490	8440915,8090	4164,9895	POLIGONAL DE APOYO

Fuente: MMG Las Bambas

Figura 15. Imagen de estándares civiles para construcción



Fuente: MMG Las Bambas

✓ **Planeamiento**

Esta etapa fue para identificar condiciones geométricas del terreno donde se construirá el Nuevo Tanque de Almacenamiento, se realizó una inspección visual de todo el terreno, el mapeo de todas las interferencias existentes en la planta concentradora, permitiéndonos ubicar de esta manera estratégicamente los lugares para la monumentación de los puntos de control y el desarrollo de todo el procedimiento constructivo establecido.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL TEMA

4.1. Aspectos Generales de la Investigación

La **topografía mecánica** es el estudio de un conjunto de procedimientos para determinar el posicionamiento relativos y absolutos sobre de la superficie terrestre, empleando maquinaria y programas sofisticados y avanzados, permitiendo realizar el trabajo dentro de las especificaciones técnicas. Mediante la combinación de medidas de tres factores espaciales: distancia, elevación y posición.

4.2. Ubicación y Localización del Proyecto

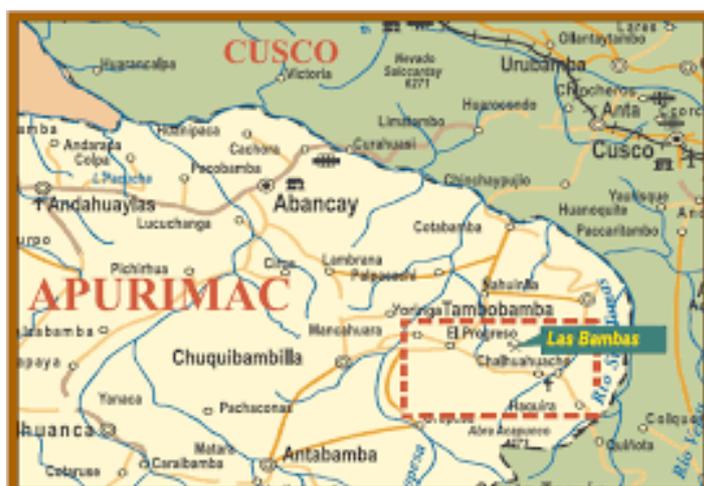
4.2.1. Ubicación política del proyecto

- a) Región : Apurímac
- b) Provincia : Cotabambas
- c) Distrito : Challhuahuacho, Tambobamba y Coyllurqui
- d) Localidad : Progreso

4.2.2. Ubicación geográfica del proyecto

- a) Latitud : 14°05'56" S
- b) Longitud : 72°19'11" O
- c) Altitud : 4200 msnm
- d) Zona : 18 S
- e) Este : 787921.2840 m
- f) Norte : 8440968.0370 m

Figura 16. Imagen de ubicación geográfica MMG Las Bambas



Fuente: Datos demográficos bvs.ins.gob.pe

4.3. Finalidad del Tanque de Almacenamiento NaHS

Los tanques sirven para el almacenamiento de NaOH al 45% y NaHS al 30% y son de acero inoxidable y con un sistema de calefacción. El tanque de almacenamiento es una estructura metálica con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de aditivo líquido para satisfacer la demanda de producción y regular la presión adecuada en el sistema de distribución mediante tuberías de acero inoxidable.

“TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA APLICADA EN EL CONTROL DE OBRAS CIVILES PARA EL MONTAJE DEL NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NAHS PARA LA PLANTA MOLY, PROYECTO “OPTIMIZACION DE LA PLANTA DE PROCESOS EN LA MINERA MMG LAS BAMBAS”, REGION APURIMAC.

4.4. Topografía, Trazo y Georeferenciación.

4.4.1. Inspección de herramientas y equipos.

- a) Herramientas manuales
- b) Equipos Topográficos
- c) Superficie del terreno

4.4.2. Realización del replanteo – levantamiento topográfico con Estación Total.

El topógrafo usando la radio de comunicación indicará a los auxiliares las áreas y puntos a levantar, desplazándose a dichos puntos con el prisma, teniendo siempre en cuenta el terreno irregular, taludes, plantas industriales, bofedales, rampas, bermas, geomembrana, canales, plataformas, personas de la comunidad, animales, tránsito de vehículos o equipos, etc.

4.4.3. Trazo con Yeso.

Previa indicación del topógrafo se procederá a colocar estacas de madera con cintas acorde a los planos de la construcción.

El auxiliar de topografía haciendo el uso de los guantes anticorte, procede a la marcación con yeso usando el cable de nylon en el trazo de estaca a estaca, teniendo presente la HDS de la sustancia, en caso de una ingesta o contacto en zonas como el ojo. El control de esta sustancia se hará con el conocimiento y difusión de la HDS. Finalizado el trazo y replanteo, se procede al recojo de todos los equipos y se los guarda en sus respectivas cajas de seguridad, para su traslado al almacén para su custodia.

EPP Obligatorio permanente, Guantes, Protector auditivo, Detector Portátil de H₂S, Respirador media cara con cartucho para gases ácidos (6002,6003), Ropa de trabajo con cinta reflectiva, Botas punta de acero, Lentes de seguridad, Protector de cabeza. En caso de tormenta eléctrica se seguirá estrictamente lo mencionado en el procedimiento de comunicación de alertas y respuesta ante tormentas eléctricas.

4.5. Montaje Mecánico de Tuberías de Diámetros Menores.

4.5.1. Actividades topográficas.

- a) Se realizó el replanteo topográfico de tuberías donde se realizarán los TIE INS, reemplazando y modificando ruteos de tuberías y accesorios existentes por nuevas de 2" a 8" pulgas de diámetro.

- b) Se realizó trazos y replanteos de ejes de tuberías nuevas a instalar, dentro de la planta concentradora, se ubicaron los soportes y estructuras para mencionadas tuberías.
- c) Se colocaron los niveles de tope tuberías, así como la reubicación de algunas líneas y accesorios existentes.

Fotografía 2. Imagen de área de tubería a reemplazar el aislamiento térmico



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Fotografía 3. Imagen de área de tubería a reemplazar el aislamiento térmico



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Fotografía 4. Imagen de zona de corte de tubería y armado de andamios



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

4.6. Colocación de Fondo de Tanque.

4.6.1. Ubicación de eje central.

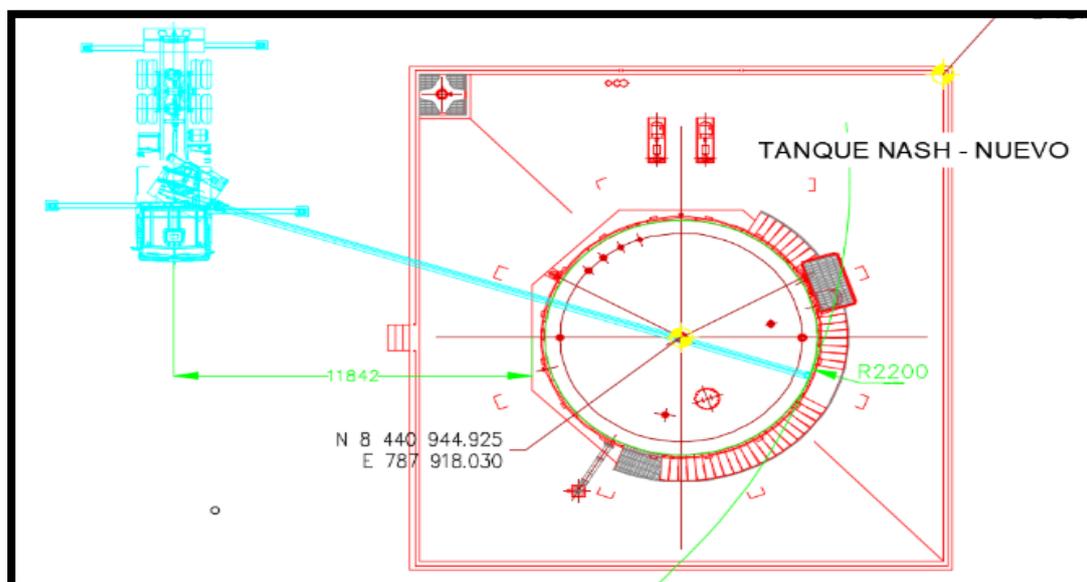
Ubicar con topografía el centro del tanque en la base y/o top de cimentación del octógono, antes que sean tendidas las planchas metálicas del piso, en ocasiones se conserva el centro original, que sirvió para la construcción del octógono de cimentación del tanque (ubicado con coordenadas topográficas en los planos de diseño del proyecto). Después que ha sido ubicado el centro, colóquese el radio del tanque en todas direcciones (deberá coincidir con el eje del octógono), empleando el programa de arco de referencia de la estación total

4.6.2. Orientación y ejes de tanque.

Las direcciones indicadas en el plano generalmente se refieren al eje norte 0° . El norte construido o dibujado de esta manera puede no coincidir con el norte verdadero, por lo que es importante verificar la orientación de las boquillas, etc. es correcto según lo especificado en el diseño del tanque.

Para el futuro, los ejes NS y EW ($0^\circ - 180^\circ$ y $90^\circ - 270^\circ$) deben estar correctamente delimitados y proyectados sobre su superficie exterior como indica el diagrama de la superficie superior de los anillos de hormigón para que no se borren.

Figura 17: Imagen de posicionamiento de camión grúa – Armado de fondo de tanque

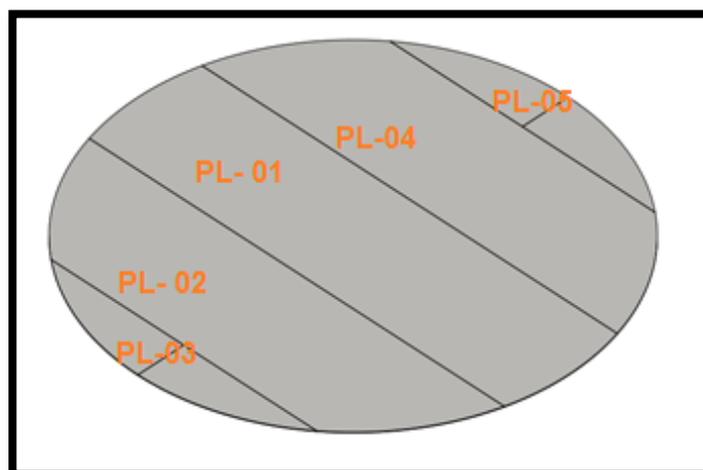


Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

4.6.3. Armado del fondo – Montaje de elementos de izaje y soportería de tanque.

Para la instalación de estos elementos (planchas de fondo), se realizará trazos en los cuadrantes respectivos, orientándolos de 0° a 360° en sentido horario.

Figura 18. Imagen de posicionamiento de planchas metálicas de fondo de tanque

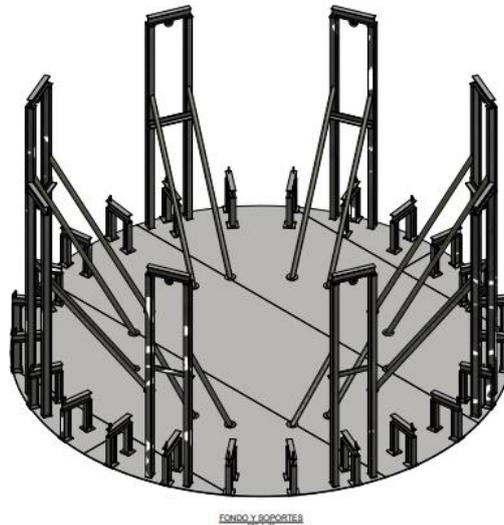


Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Con el camión grúa se posicionará los 8 pórticos y posteriormente los burritos de apoyo en los trazos realizados inicialmente para que pueda permitir el acceso al tanque del personal mientras se instalan los anillos. La coordinación del montaje será a través del rigger y el capataz de montaje. Montado las columnas se

instalarán arriostres que serán aseguradas con cordones de soldadura, es importante la instalación de estos elementos es para dar la verticalidad a las columnas.

Figura 19. Imagen de posicionamiento de pórticos en base de fondo de tanque



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

4.6.4. Actividades topográficas.

- a) Control dimensional de planchas de 12 mm de espesor para fondo de nuevo Tanque, con apoyo de la estación total LEICA ts06 1”.
- b) Verificación topográfica de niveles de top de concreto de nuevo Tanque de Almacenamiento, para garantizar el montaje correcto de las planchas de fondo de nuevo Tanque, dentro de las tolerancias de diseño.
- c) Trazo y replanteo de ejes y circunferencia en cimentación de top de concreto de nuevo Tanque, para proceder con el montaje de planchas de fondo.
- d) Trazo y replanteo de los grados de giro en inicio y final de posición del nuevo Tanque.
- e) Trazo y replanteo de posicionamiento de grúa de 30 tn, empleado para los izajes de planchas de fondo de nuevo Tanque.

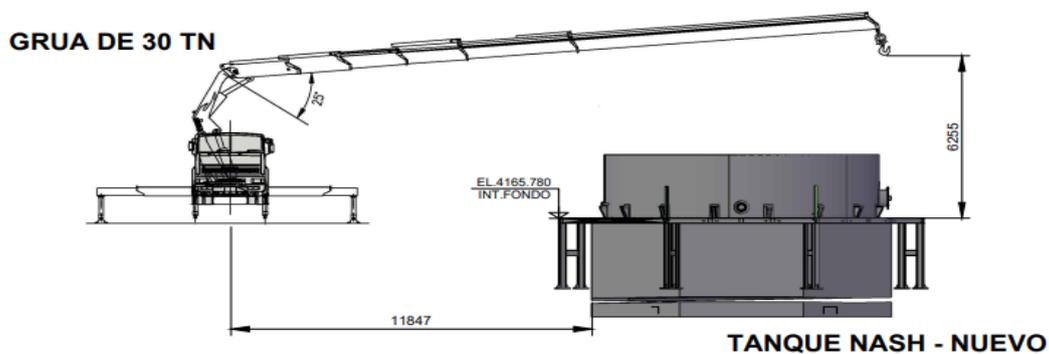
4.7. Montaje de Cuerpo de Tanque.

4.7.1. Montaje de planchas.

Previo al armado de los anillos e izaje de los mismos, se debe determinar el equipo de maniobras apropiado: estación total, camión grúa, balancín, mordazas, estrobos.

Para el montaje de las planchas se debe trazar puntos y ejes exactos en cada uno de los anillos, para facilitar el correcto armado al momento de realizar los trabajos de izaje.

Figura 20: Imagen de posicionamiento de grúa para izaje de anillos de tanque



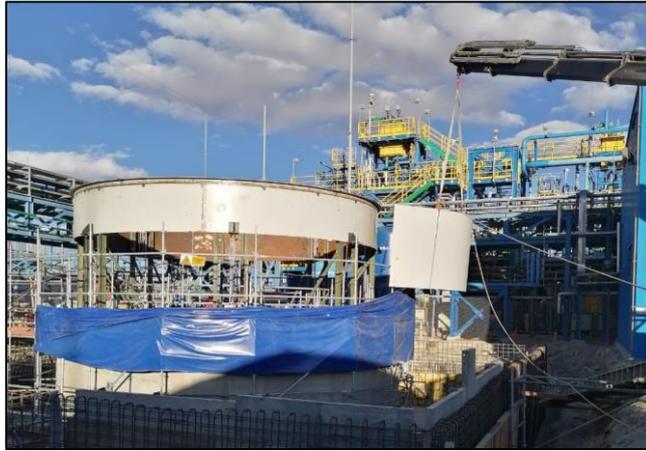
Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

4.7.2. Izaje y armado de anillos.

En la primera etapa de montaje de los primeros anillos, la grúa se posicionará en sitio como muestra la imagen, en donde podemos apreciar que no hay suficiente espacio para que el camión grúa pueda cambiar de posición, tomaremos las siguientes consideraciones para el montaje:

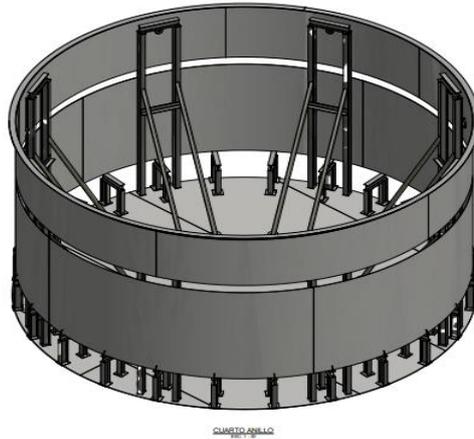
Una vez posicionado la grúa entra la topografía de montaje ya con puntos marcados y colocados en los anillos. Se comienza al ensamble anillo por anillo, pero para poder encajarlos con una precisión de 1" el replanteo del plano mecánico tiene que haber sido trabajo en campo como en gabinete.

Fotografía 5. Imagen de Izaje de anillos de Tanque



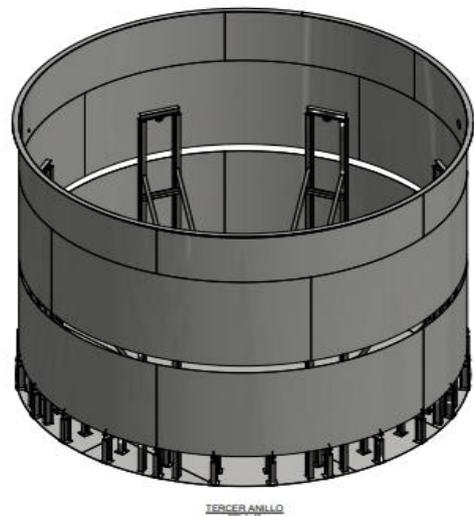
Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Figura 21. Imagen de montaje y soldeo de 5to anillo con 4to anillo



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Figura 22. Imagen de montaje y soldeo de 4to anillo con 3er anillo



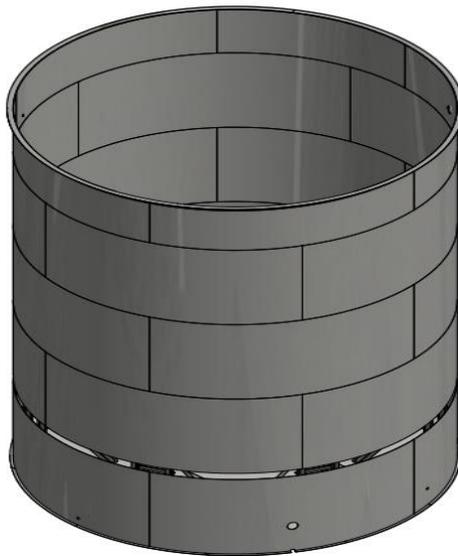
Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Figura 23. Imagen de montaje y soldeo de 3er anillo con 2do anillo



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Figura 24. Imagen de montaje y soldeo de 2do anillo con 1er anillo



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

4.7.3. Actividades Topográficas.

- a) Una vez fijado y soldado el fondo del nuevo Tanque se procede a realizar el control dimensional de las planchas de los anillos del nuevo Tanque de almacenamiento.
- b) Trazo y replanteo de soportes y pórticos en el fondo del Tanque, ubicados en la parte interior del mismo.
- c) Trazo y replanteo de ejes y circunferencia del cuerpo del Tanque, en fondo del Tanque, para el montaje de los 5 anillos del Tanque.

- d) Control topográfico de verticalidad y redondez de cada anillo montado, así como el trazo de los niveles de diseño.
- e) Trazo y replanteo de los grados de giro en inicio y final de posición del nuevo Tanque.
- f) Trazo y replanteo de posicionamiento de grúa de 100 tn, empleado para los izajes de los anillos del nuevo Tanque.

4.8. Montaje de Soportes de Tuberías en Interior de Tanque.

En el interior de tanque se colocará 6 soportes para tubería de 4" y 2", las mismas que vienen desde la parte superior del tanque (Techo).

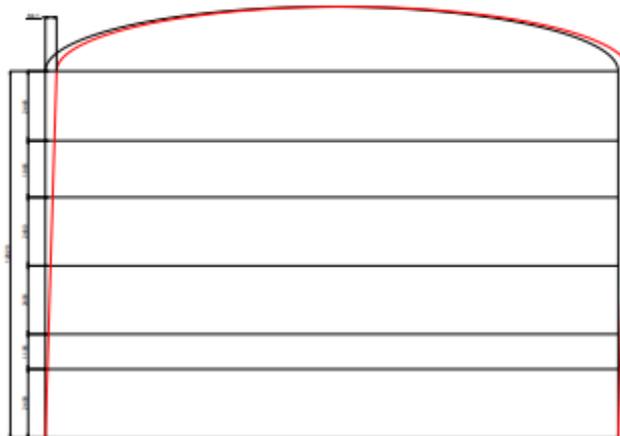
Esta actividad se realizará después del montaje de techo ya que las tuberías serán alineadas al montaje del techo.

- El trabajo en el interior de tanque es considerado trabajo en espacio confinado, y se deberá tener en cuenta lo siguiente:
 - El espacio confinado de interior de nuevo tanque deberá contar con iluminación y ventilación. Se deberá realizar monitoreo de gases previo al ingreso al nuevo tanque considerado como espacio confinado (O₂, LEL, CO, H₂S), los valores lecturados deben encontrarse en valores y límites permisibles de acuerdo a procedimiento MMG.
 - Se instalará un extractor de aire con caudal de extracción de 5000 m³/h, teniendo en cuenta que contamos con un volumen de 700 m³ del Tanque; Dividiendo los valores, tenemos como resultado una renovación del aire de 7.1 veces por hora ($5000\text{m}^3/\text{h} / 700\text{m}^3 = 7.1$ veces por hora), este equipo se instalará en la parte superior del techo del tanque; adicionalmente los accesos (Boquillas) o puntos de ventilación estarán descubiertos (10 en el cuerpo de tanque y 10 en el techo) para asegurar una adecuada ventilación.
 - El monitoreo de gases se realizará cada hora (Parte Superior, Intermedia e Inferior), según la exposición en el interior o antes de cada reingreso.
 - La actividad deberá de contar con los permisos generados, autorizados y validados por el emisor área (IPERC, PETAR, PETS).
 - Los trabajadores que ingresan al espacio confinado deberán contar con su tarjeta unificada en donde se refleje su autorización para

ingreso, deben utilizar en todo momento su Detector de Gases 4x operativo personal, adicional a ello contara un vigía de espacio confinado acreditado y con radio.

- Para realizar el trabajo de instalación (Soportes) se solicitará el apoyo del supervisor de andamios, direccionando el armado de una torre de andamio con su personal especializado.
- Se verificará periódicamente el funcionamiento del extractor evaluando la medición de flujo de extracción mediante el uso de un anemómetro.
- La actividad será ejecutada por una cuadrilla de 5 personas (2 Soldadores, 2 oficiales y 01 vigía).
- Culminada la actividad se dará pase a la supervisión de calidad para su posterior liberación y desmontaje de andamios, retirándolos por el Manhole base del nuevo Tanque de almacenamiento.

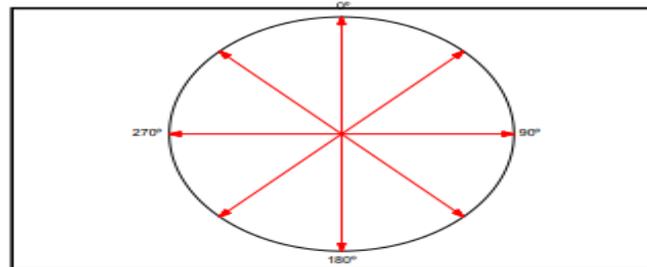
Figura 25. Gráfico de relación entre altura vs verticalidad del estanque



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

Figura 26. Gráfico de relación entre redondez vs tolerancias del estanque

DIAMETRO DEL ESTANQUE (m)	TOLERANCIA DEL RADIO (mm)
MENOR DE 12	± 12.7 mm
DE 12 A 45	± 19.0 mm
DE 45 a 75	± 25.0 mm
MAYOR a 75	± 32.0 mm



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

4.9. Montaje de Techo de Tanque.

4.9.1. Desarrollo del procedimiento.

- Antes de iniciar con el montaje del techo del tanque se procederá en 2 etapas, el armado de techo y conexiones a nivel de piso y el montaje de techo propiamente dicho. posicionamiento de la grúa:

4.9.2. Armado de techo.

- Se distribuirán y tenderán las planchas del techo del tanque de manera similar al tendido de las planchas del piso, con el apoyo de un camión grúa 30 tn, izadas mediante mordazas, para estabilizarlas se le colocarán dos vientos, asegurando despejar a personal ajeno a la tarea, delimitando el área de influencia del izaje.
- Las planchas del techo se armarán sobre una plataforma metálica conformado por Tubos de acero Cuadrados, apoyados contra terreno Nivelado.
- Se utilizará camión grúa para acercar el material a usar al punto de trabajo.
- El área donde se va a armar la plataforma provisional para armado de techo estará despejada, delimitada perimetralmente por andamios y señalizada de acuerdo a la actividad que se esté ejecutando.
- Antes de iniciar las actividades, luego de haber sido delimitado el lugar donde realizará, la actividad, se instalarán biombos y mantas ignifugas

además habrá un vigía para los trabajos en caliente con su extintor inspeccionado y operativo.

- Se utilizará equipo de plasma para realizar los cortes de material. Este material se usará con el objetivo de armar la plataforma provisional para armado de techo.
- Para la limpieza del material cortado se usará esmeril de 4 ½"; 7", las chispas que se emitan al realizar el corte o desbaste serán cubiertos por mantas ignífugas, adicional a ello el esmerile no deben contar con mecanismo automático hombre muerto, antes de uso deberá haberse inspeccionado para corroborar su buen estado y operatividad.
- La unión de las piezas de la estructura se hará mediante puntos de soldadura, estos trabajos se realizarán a nivel de piso dentro del área rodeada de biombos y con un vigía fuego permanente en la zona.
- Antes de proceder a soldar se nivelará la estructura con apoyo del personal de topografía.
- Una vez nivelada la estructura se procederá a soldar.
- La imagen es referencial, entendiendo que solo servirá de falsa estructura, esta tendrá topes ubicados topográficamente, para así evitar el desplazamiento durante el armado de estructura.

Figura 27. Gráfico de armazón base para ensamblaje de techo de tanque



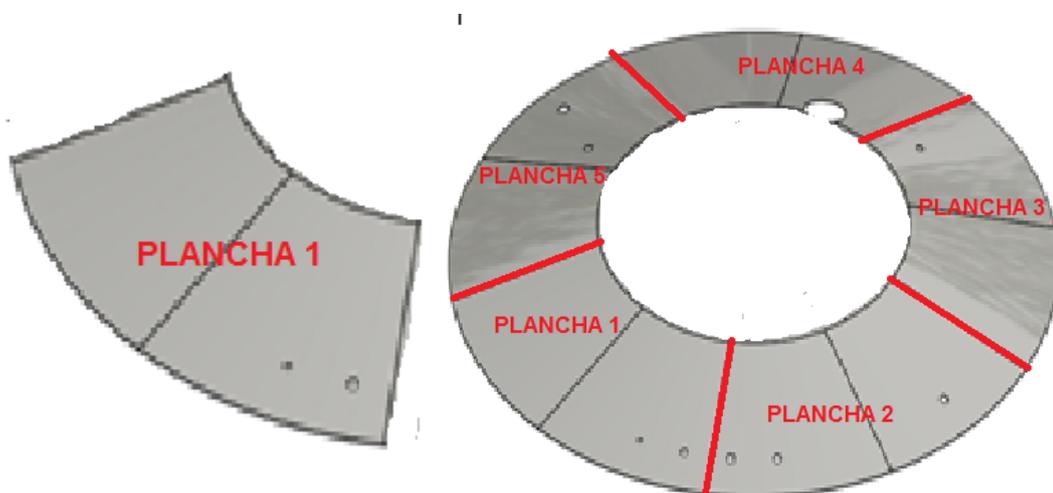
Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

- Para ensamblaje del techo se empezará con la plancha 1 y luego con las 4 planchas restantes, para evitar la caída de las planchas se asegura en el perímetro con topes soldados en 8 puntos.
- Para la unión de las juntas a tope se usará octavos para dar la separación necesaria para el proceso de soldeo, para evitar la

deformación de las uniones se instalarán atizadores que tengan el radio del techo.

- Se usarán pianos y cuñas para alinear la junta, si los bordes de la plancha se encuentran muy separados, se usarán 2 orejas y un tecla de palanca para acercar la junta. (La oreja debe contar con memoria de cálculo) en caso de utilizar lo mencionado.
- Estos atizadores se instalarán cada 500 mm de junta a soldar.
- Durante el armado se debe tener especial cuidado con no exponer las manos a la línea de fuego.
- Se debe usar en todo momento protector auditivo para evitar la exposición a decibeles altos propios durante el armado del techo.

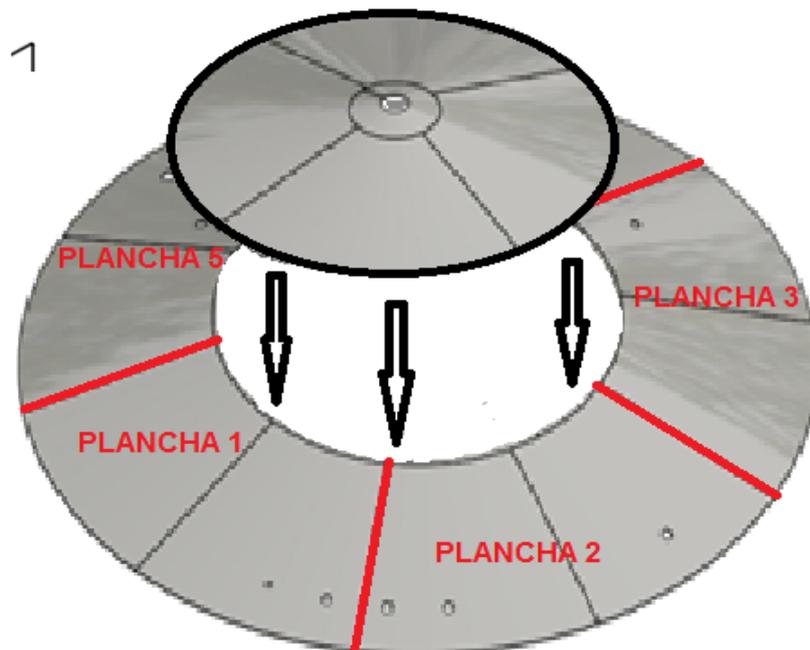
Figura 28. Imagen de planchas de techo de Tanque



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

- Al término del armado del techo de la parte exterior, se procederá al armado de la parte interior que consta de 2 partes, las ubicaciones de las planchas se realizarán con una grúa de 30tn y el posicionamiento será manualmente.
- Se instalarán topes en la cara del sector exterior; esto evitara que el cono interior ingrese por completo.

Figura 29.: Imagen de ensamble de segundo cuerpo de techo de Tanque



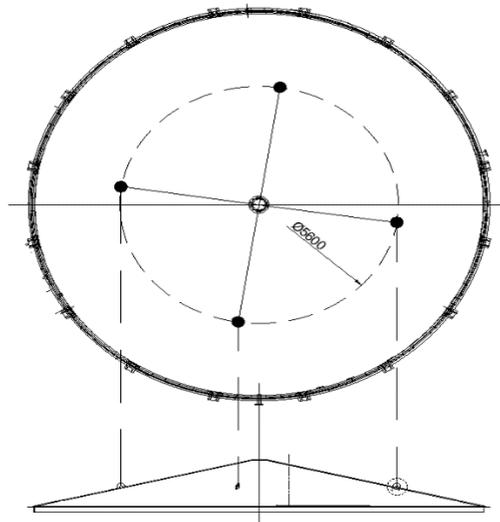
Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

- De igual forma con ayuda de octavos se procederá al armado entre el cono exterior y el cono interior, se debe realizar la preparación de la junta circunferencial de acuerdo al WPS.
- Se deberá encapsular con mantas ignífugas la zona donde se esté realizando trabajos en caliente, para evitar la proyección de chispas. Todos los trabajadores deben contar con el EPPs específico para trabajos en caliente, vigía de fuego y extintor en el punto de trabajo.
- Antes de proceder a soldar se hará un control dimensional del techo, siendo liberado por calidad.
- Durante el soldeo de las juntas se deberá seguir el proceso de soldadura paso pelegrino, para evitar deformaciones en las planchas.
- Para el cambio de disco o escobilla de la amoladora se debe desconectar en el punto más cercano.
- Se instalarán 3 orejas en cono interior del techo distantes a 120° , los mismos servirán de puntos fijos para el montaje sobre cono exterior.
- Después de termino de soldadura se trazarán ejes norte, sur, este y oeste para que coincida con ejes del tanque.

4.9.3. Montaje de techo.

- Para el izaje de techo se realizará un RIGGING PLAN, aprobado y difundido.
- Se montará andamios en el contorno del tanque hasta que la plataforma de trabajo este a 01 metro por debajo del anillo de rigidez. Esta actividad se realizará con personal andamiere homologado y autorizado.
- Se instalarán 4 orejas de izaje en la parte superior del techo, que serán soldadas al 100% y se realizará ensayos no destructivos (inspección visual y tintes penetrantes) en el techo del tanque.

Figura 30. Imagen de proyección techo de Tanque

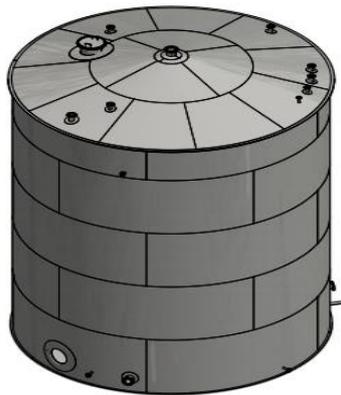


Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

- Todos los movimientos se deben de realizar de manera horizontal y vertical, sin permitir movimientos combinados u oblicuos que podrían generar movimientos de péndulo que son peligrosos para la carga. Cada trabajador responsable de los vientos deberá mantener tensada la cuerda durante toda la maniobra para contrarrestar la acción del viento y el consiguiente movimiento pendular.
- Dos operarios y dos oficiales subirán por las escaleras de los andamios, anclándose con arnés y línea de vida en todo momento, ellos serán los encargados de girar el techo con los vientos y dejarlo en posición final de acuerdo a ejes marcados norte, sur, este y oeste.
- Antes de subir el techo se instalarán topes o guidores en el anillo de rigidez de acuerdo al diámetro del techo, para evitar que el techo quede descentrado con referencia con el cuerpo del tanque.

- Se delimitará el área de incidencia de la grúa con la relación 1,5 con la altura de la pluma.
- Durante el montaje ningún trabajador debe estar sobre los andamios, solo se permitirá el acceso, cuando la carga esté a 10 cm de su posición final sobre el tanque. En esta posición nadie deberá colocar las manos en puntos de atrapamientos, entre el techo y ángulo de rigidez, para ello se instalará tubos soldados para poder maniobrar la carga. Solo se girará el tanque para posicionarlo de acuerdo a los ejes previamente marcado.
- El rigger en coordinación con el operador se encargarán de subir al techo para soltar las maniobras, esto lo hará subiendo por las escaleras del andamio, una vez que llegue a la última plataforma se anclará a la roseta del andamio.
- Para subir al techo se anclará a una oreja figas instaladas inicialmente en el izaje del techo.

Figura 31. Imagen de fondo, cuerpo y techo de Tanque



Fuente: MMG Las Bambas – GOCOM Perú sac

- Dos operarios y dos oficiales subirán por las escaleras de los andamios, quienes serán los encargados de girar el techo con los vientos y dejarlo en la posición final de acuerdo a los ejes marcados previamente, norte, sur, este, oeste.
- Las guías que se colocaron en el ángulo de rigidez asegurarán que el techo no se desplace y pueda subir el rigger a soltar sus maniobras.
- Una vez retirada las maniobras, se quedarán los dos oficiales, los dos operarios y subirán 2 soldadores para apoyar a terminar de unir el techo con el ángulo de rigidez.

- Las herramientas para armado como martillo, cuñas, piano, esmeril, caretas, se hará con una patesca (rondana) instalada a la vertical del andamio en el punto más alto.
- Los operarios contarán con driza de ¼" para asegurar sus herramientas y no puedan caer en los trabajos en altura.
- Se mantendrá delimitada el área de trabajo para evitar el ingreso de personal ajeno al radio de operación de izaje.
- Se deberá asegurar que el techo no tenga diferencias de centrado fuera de tolerancia.
- Se procederá a unir el techo con puntos de soldadura y se retirará las guías provisionales.
- Una vez asegurado el techo sobre el tanque con soldadura, se procederá a retirar las orejas de izaje.
- Se realizará el control de calidad respectivo antes de iniciar a soldar.
- Una vez que se termine de soldar, un ing. de calidad liberará el trabajo.

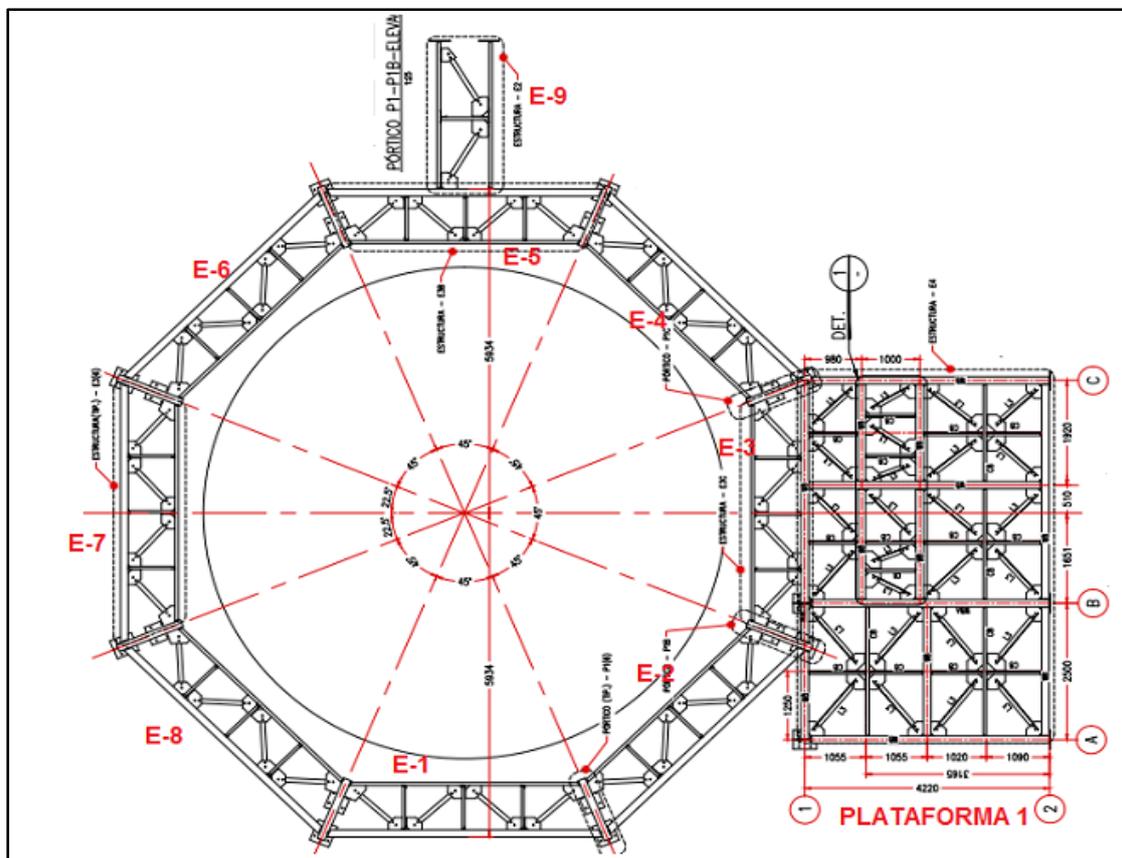
4.9.4. Actividades topográficas.

- a) Una vez fijados y soldados los anillos de cuerpo de Tanque, se procede a realizar el control dimensional de las planchas del techo del nuevo Tanque.
- b) El armado y montaje del techo del nuevo Tanque se realizó a nivel de piso, ya que era más factible el izaje del techo terminado.
- c) Verificación topográfica de niveles de top de ultimo anillo del cuerpo de Tanque, para garantizar un correcto montaje del techo del tanque dentro de las tolerancias de diseño.
- d) Control topográfico de simetría y niveles de tipo cono del nuevo Tanque.
- e) Trazo y replanteo de boquillas de diversos diámetros de tubería, en parte superior del techo de nuevo Tanque.
- f) Control de posicionamiento, verticalidad y planicidad de bridas y accesorios soldados en la parte superior del techo del nuevo Tanque.
- g) Trazo y replanteo de posicionamiento de grúa de 200 tn, empleado para el izaje del techo del nuevo Tanque.

4.10. Montaje de Estructuras Metálicas.

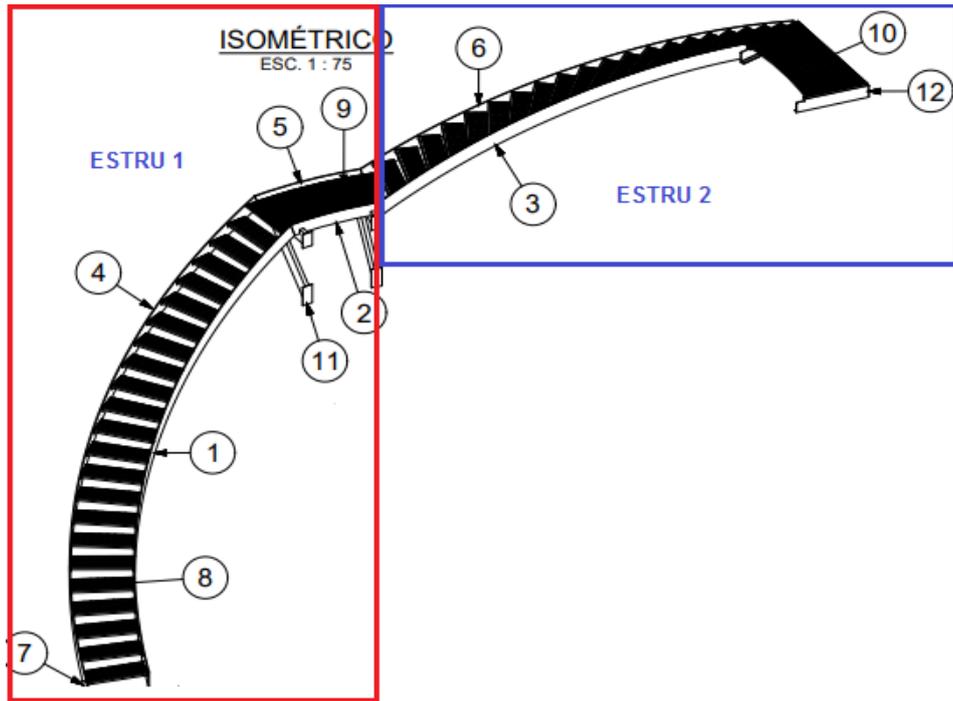
- Las estructuras a realizar pre ensamble serán las siguientes:
En plataforma del tanque no se realizar el pre ensámblame los elementos E-1 y E-8 por tema de alcance de radio de la pluma del camión grúa.
 - E-2
 - E-4
 - E-5
 - E-6
 - E-7
 - E-9
 - PLATAFORMA

Figura 32. Imagen de plataforma de tanque – ensamble general



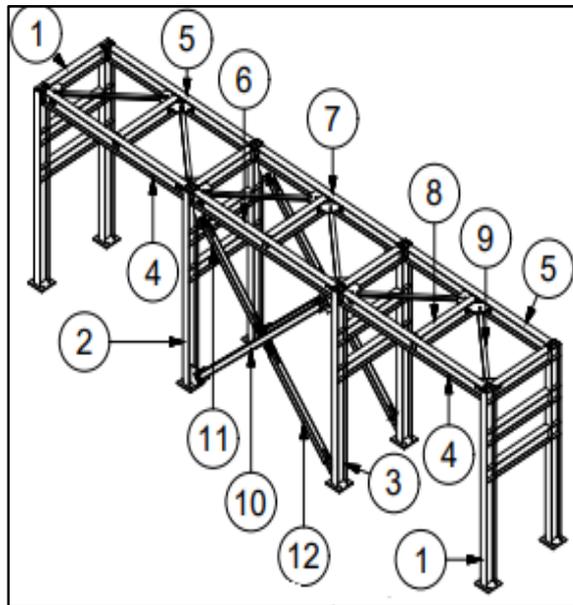
Fuente: MMG Las Bambas – plano de fabricación

Figura 33. Imagen de escalera helicoidal – acceso a Tanque



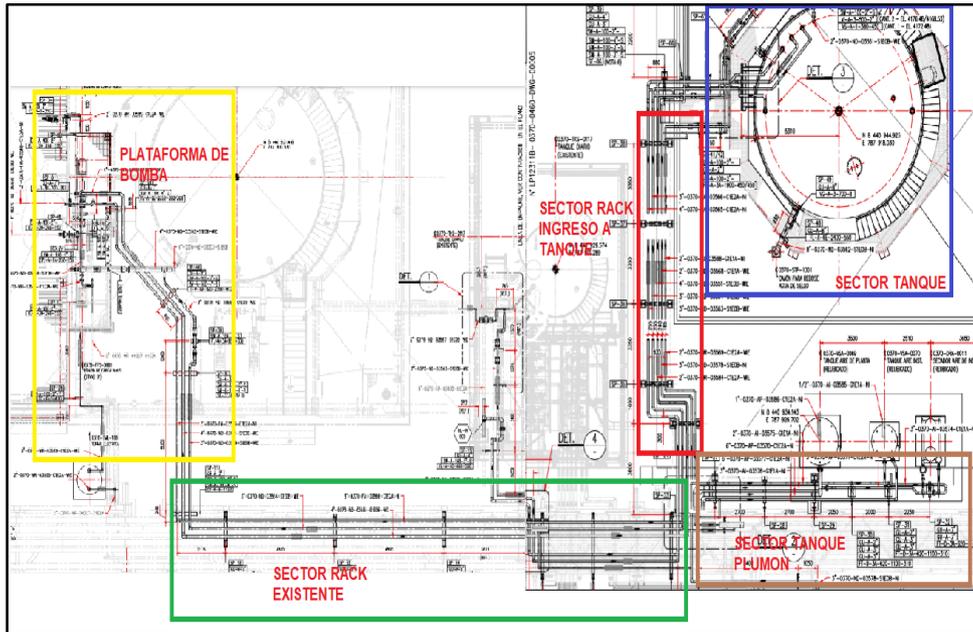
Fuente: MMG Las Bambas – plano de fabricación

Figura 34. Imagen de rack de servicio 1 – soporte de tuberías



Fuente: MMG Las Bambas – plano de fabricación

Figura 35. Imagen de sectorización de estructuras en plano

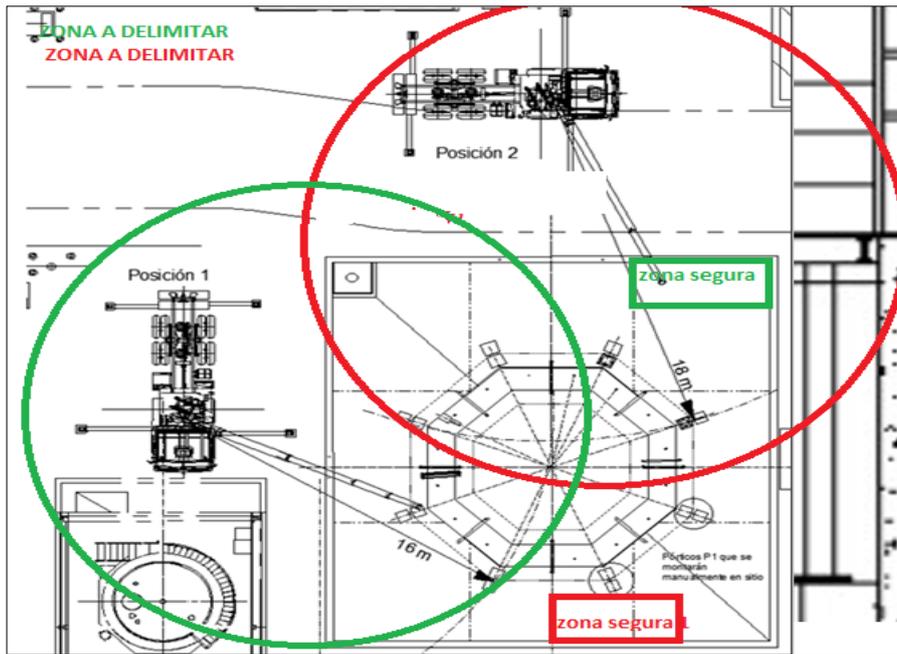


Fuente: MMG Las Bambas – plano de fabricación

4.10.1. Montaje de pedestales de Tanque NaHS.

- Para esta actividad, se usará un camión grúa de 30 toneladas de Capacidad.
- Este trabajo se realizará en la parte interior de la poza de contención del nuevo tanque NaHS.
- Se debe contar con accesos adecuados de andamios.
- Se comenzará el montaje con los pórticos P1 con un peso aproximado de 242.8kg, solo 2 pórticos no serán montados con apoyo de camión grúa de 30 TN
- Se delimitará el radio de influencia de la grúa cuando se realice el izaje verde el personal se resguardará en la zona segura verde en igual caso en el izaje verde.

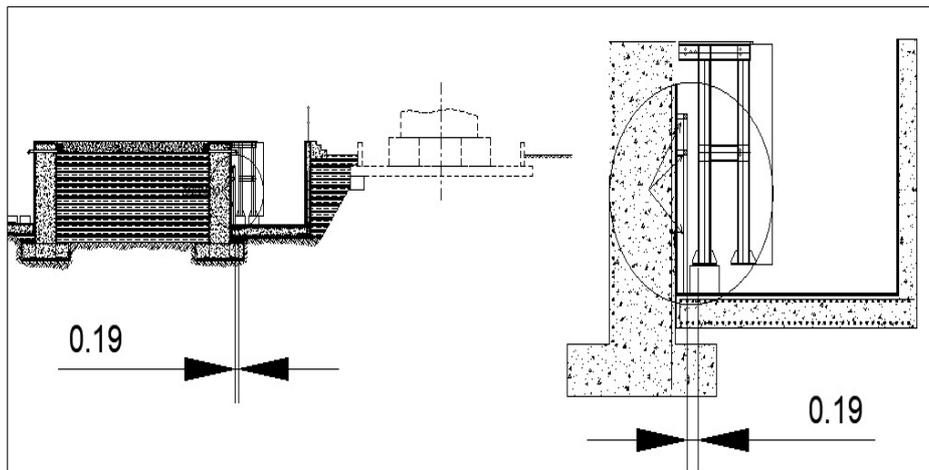
Figura 36. Imagen de esquema de montaje de pórticos



Fuente: MMG Las Bambas – plano de fabricación

- Durante esta maniobra el personal no debe permanecer por debajo de la pluma. La grúa con la carga en posición vertical debe girar hasta los pedestales. La carga debe descender hasta hacer coincidir los agujeros de la placa base con los pernos de anclaje.
- Se procederá a instalar las tuercas y se ajustará con llaves mixtas.
- Se realizó un levantamiento topográfico de la distancia entre los andamios y las estructuras a instalar dando como resultado 190 mm de separación entre los andamios y los pórticos.

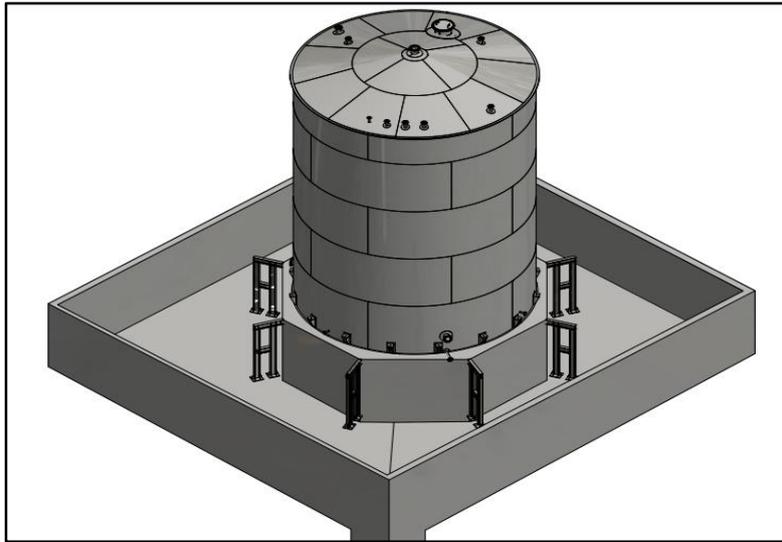
Figura 37. Imagen de separación de andamios a pórtico a montar



Fuente: MMG Las Bambas – plano civil

- Para el montaje el personal estará a nivel de piso, durante el izaje el personal está esperando al lado opuesto de la maniobra solo se acercará cuando la estructura este en el mismo vertical los pernos de anclaje y al ras de la plataforma.
- Durante esta maniobra se paralizarán las actividades civiles y actividades en el exterior del tanque que se encuentren en el radio de influencia de la maniobra de izaje.
- Para evitar que la estructura a izar golpee los andamios se pondrá tarjeta roja y se retirara las piezas de andamios más cercanas, esta actividad será realizado por personal andamiero.
- Terminado el retiro de las piezas el personal andamiero se retirará de la poza.
- Ya instalado el pórtico se procederá a reponer el elemento por personal andamiero.
- El montaje será de forma lenta y guiada con vientos
- Esta maniobra será dirigida por el rigger en coordinación con el operador del camión grúa y con el supervisor responsable.
- Para guiar el ingreso preciso de las estructuras en los pernos de anclaje se manipulará en lados laterales de las estructuras sin exponer partes del cuerpo a puntos de atrapamiento.
- Una vez montado el pórtico en el pedestal se procederá a la nivelación y verticalidad con apoyo de topografía.
- El topógrafo se ubicará en la parte superior de la base de la poza, solo intervendrá una vez terminada la maniobra.

Figura 38. Imagen de montaje de pórticos en losa de posa de contención

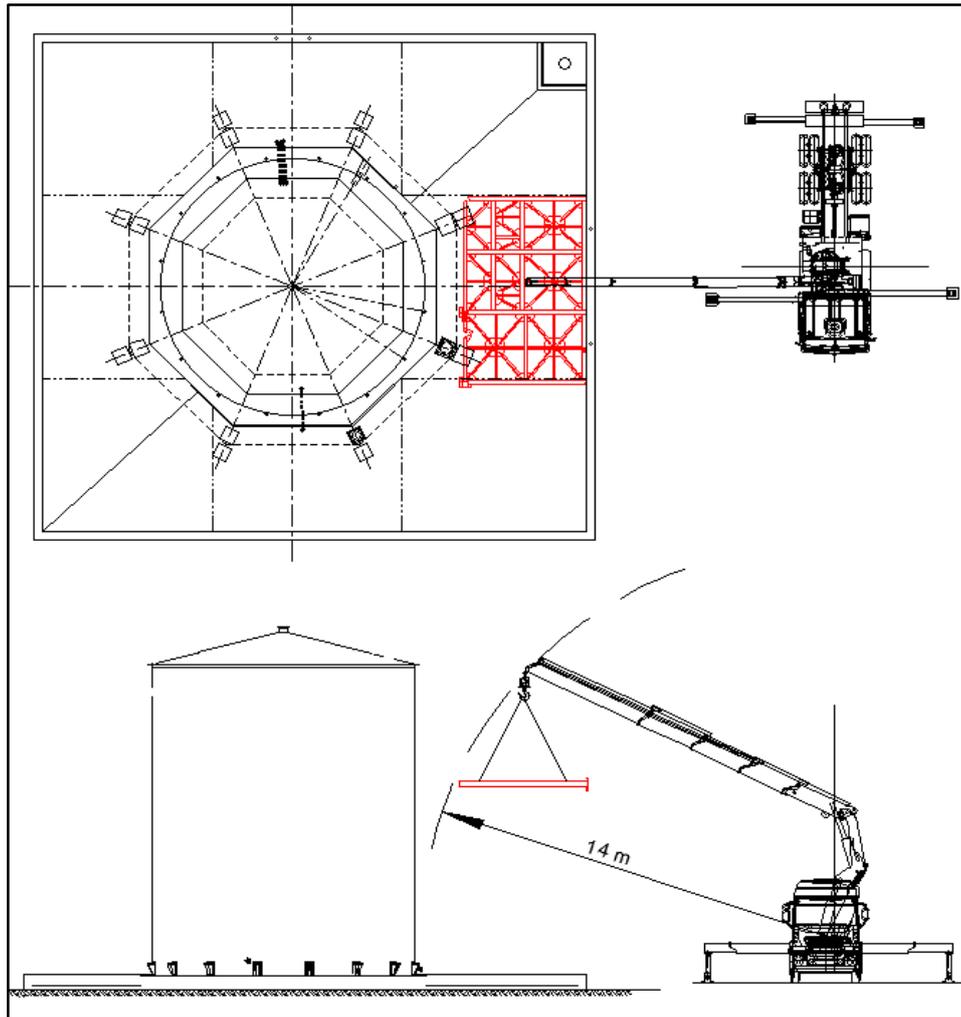


Fuente: MMG Las Bambas – plano civil – plano de estructuras

4.10.2. Montaje de plataforma de Tanque NaHS.

- Concluido el montaje de la pasarela se procederá a realizar el montaje de la plataforma.
- La distancia del andamio y la plataforma de a montar es de 0.9 mts.
- Durante el montaje se utilizarán 2 vientos para tener un control de esta estructura.
- Adicionalmente la estructura ya instalada en el octógono del tanque es una barrera física para evitar que la plataforma a montar golpee los andamios instalados.

Figura 39. Imagen de esquema de izaje de plataforma

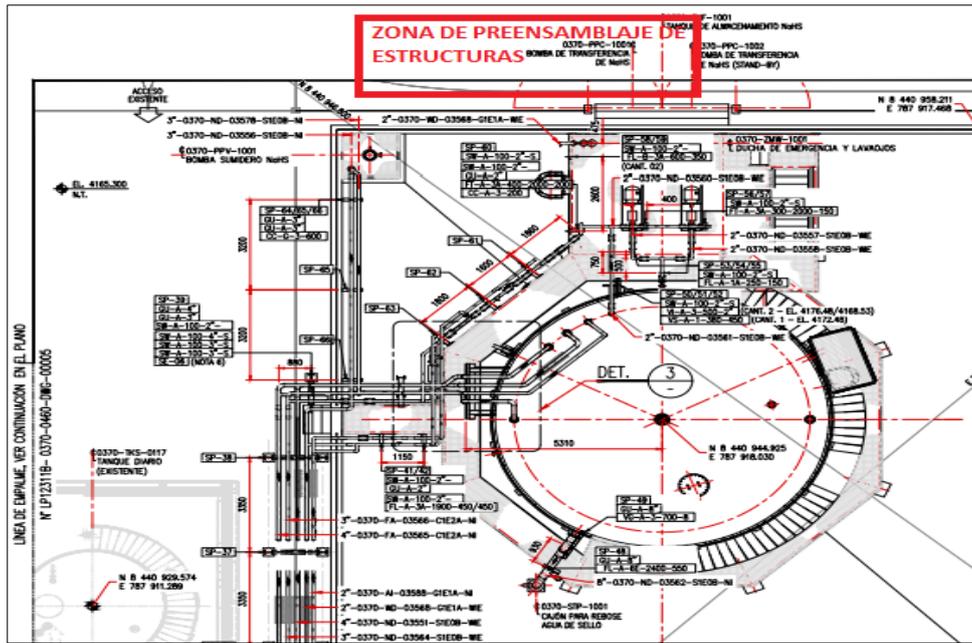


Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan

4.10.3. Montaje de escalera de acceso y barandas de Tanque NaHS.

- Se realizará los trazos para la instalación de la escalera helicoidal y plataformas del tanque NaHS, asumiendo que la escalera debe estar pre ensamblada.

Figura 40. Imagen de montaje de escalera y barandas

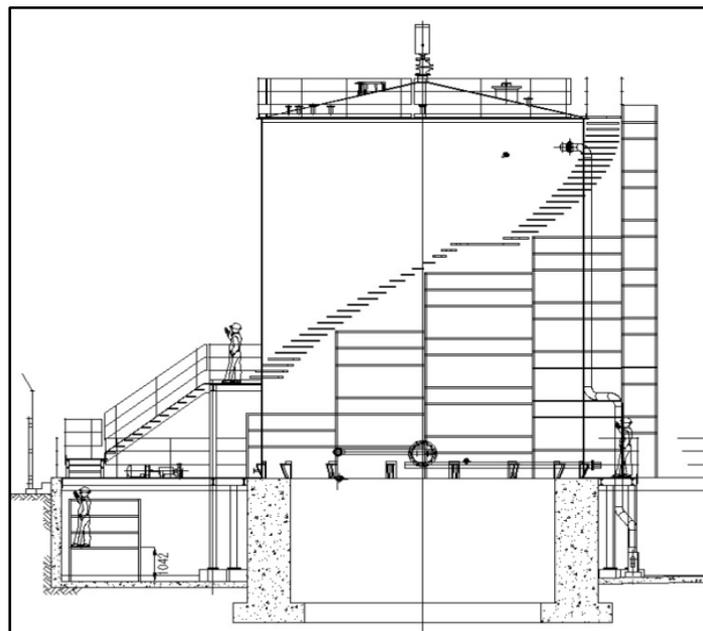


Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan

- El proceso de montaje es el siguiente:
 1. Montaje de escalera de acceso
 2. Montaje de escalera helicoidal
 3. Plataformas de tanque
 4. Baranda de escalera
- Estas actividades se realizarán cuando concluya el montaje del casco del tanque.
- El montaje se ejecutado por personal capacitado y entrenado para esta actividad.
- Se prohíbe estar debajo de la carga suspendida durante el montaje, el personal montajista estará en la zona de pre ensamble solo podrá ingresar cuando la escalera se encuentre en al ras del piso para su aseguramiento.
- Solo se podrá soltar la maniobra cuando se halla instalado más del 100% de los pernos
- Todo el personal usara arneses de seguridad con doble línea de vida durante estos trabajos.
- Todo el personal debe tener el curso TEA General y de Roles aprobado y vigente.

- Durante la manipulación de elementos se deberá identificar probables puntos de atrapamientos, con el fin de no exponer las manos, pies u otras partes del cuerpo.
- Para guiar los agujeros se debe usar una llave de cola, se debe tener cuidado con la exposición de las manos.
- El montaje de andamios se realizará de acuerdo a las necesidades por personal andamiador y lo liberará solo el Supervisor de andamios.
- Para llegar a los puntos de conexión, se utilizarán andamios, estos se encontrarán habilitados previamente al montaje, posteriormente se procederá a montar los elementos secundarios, adicional a ello, el personal debe contar con el equipo de protección contra caídas.
- Verificados los controles topográficos se procederá a la liberación del torque de los pernos de conexión según los valores entregados y aprobados por la Supervisión.

Figura 41. Imagen de esquema de modulación de andamios para montaje de escalera helicoidal



Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan

4.10.4. Montaje de Grating de Tanque NaHS.

- Las rejillas metálicas Son fabricadas en fierro negro, acero inoxidable y/o galvanizado según norma ASTM-123. Es antideslizante y auto límpiable, su reticulado evita la acumulación de líquidos y suciedad,

permitiendo a su vez el pase de la luz, el aire y el sonido. El alto movimiento, alta rigidez y capacidad de carga.

- El acceso debe estar cerrado con barrera dura para evitar que personal no involucrado ingrese a la zona de trabajo instalación de letreros de señalización.
- Todo el personal involucrado en las actividades de manipulación de Grating deben recibir charlas, capacitaciones y entrenamiento.
- Se montará andamios en todo el contorno de las pasarelas y un andamio en el parte inferior de la plataforma.

4.10.5. Montaje de baranda perimetral de poza Tanque NaHS.

- El área de montaje de las barandas procederá a marcar, por intermedio del topógrafo de obra.
- Se realizará la perforación de la parte superior de muro perimetral de la poza de contención del tanque NaHS, esta actividad se realizará con un taladro percutor.
- El personal que realice esta actividad de perforación debe estar entrenado y acreditado para realizar esta actividad.
- Realizado la perforación se instalará el perno de expansión.
- Durante esta actividad se debe tener cuidado con la exposición de las manos durante la aplicación de los golpes en los pernos de anclaje.
- La instalación de las barandas se realizar de forma manual en zonas donde no se pueda realizar con el camión grúa.
- Los agujeros de las bases de las barandas deben ingresar en los pernos de anclaje, una vez insertado se debe ajustar con llaves mixtas hasta lograr que la baranda quede segura.

Figura 42. Imagen de esquema de instalación de barandas



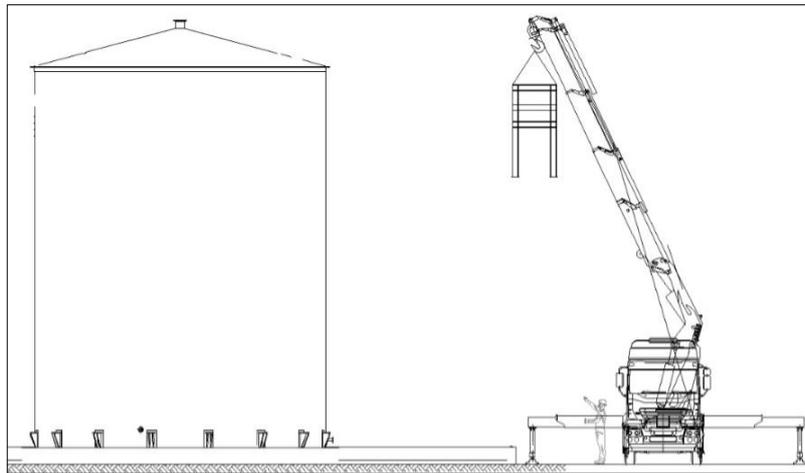
Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan

4.10.6. Montaje de rack de servicio de ingreso a Tanque NaHS.

- Levantamiento topográfico de ejes y niveles de los pernos de anclajes, cuyo registro será entregado a la Supervisión para su aprobación.
- El área de montaje estructural procederá a marcar, por intermedio del topógrafo de obra, una cota de nivel de referencia sobre cada una de las fundaciones o estructuras de concreto sobre la que asienten las estructuras metálicas. Esta cota se materializará sobre un lateral accesible y fácilmente visible de la fundación, claramente identificable, sobre el que se marcará claramente el valor de la cota elegida. Para evitar confusiones, se tratará de marcar la misma cota de elevación en todas las fundaciones de altura similar con respecto al nivel de terreno o piso terminado.
- Previo a la colocación de las estructuras, la superficie de la fundación deberá ser acondicionada de manera tal de eliminar cualquier zona impregnada por grasa, productos provenientes de la limpieza de pernos o cualquier material extraño que pudiese afectar la adherencia de la capa de relleno o grouting.
- Este rack se realizará el pre-ensamblaje en su totalidad en una zona adyacente a su lugar de montaje, ese lugar indicado considerando que según cronograma de construcción estará sin las camas de planchas de tanque.

- Durante esta maniobra el personal no debe permanecer por debajo de la pluma. La grúa con la carga en posición vertical debe girar hasta los pedestales.
- La carga debe descender hasta hacer coincidir los agujeros de la placa base con los pernos de anclaje.
- Se procederá a instalar las tuercas y se ajustará con llaves mixtas.
- A continuación, se liberarán los aparejos de la estructura montada a través de los accesos de andamios previamente habilitados.
- Esta maniobra será dirigida por el rigger en coordinación con el operador del camión grúa y con el supervisor responsable.
- Una vez montado el rack de ingreso se procederá a la nivelación y verticalidad con apoyo de topografía.
- Terminado la nivelación de rack de ingreso a tanque NaHS se procederá a realizar el torque según procedimiento.
- El peso aproximado de la estructura es de 3 TN.

Figura 43. Imagen de montaje de rack de servicio



Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan

4.10.7. Montaje de soportes de tubería en zona de tanque pulmón y rack existente.

- Los soportes deben de ser instalados teniendo en cuenta que no deben obstruir el movimiento en los casos que la tubería necesite deslizarse en alguna dirección.
- Las distancias entre soportes no deben de provocar deformaciones ni tensiones fuera de las tolerancias admisibles por diseño.

- Se realizará el montaje de soportes según ubicación de los planos aprobados en su última revisión.
- Se delimitará el área de trabajo durante esta actividad con la relación 1.5 a 1 y se contará con vigía.
- Para la instalación de los soportes de tubería, se realizarán con ayuda de 02 tecles de cadena de 2 TN y 02 eslingas instaladas en la viga existente del rack.
- El izaje de los soportes se levantarán de forma sincronizada, en cada tecla estará manipulada por un operario montajista esta carga debe ir de forma nivelada hasta su posición final.
- El izaje de los soportes se levantarán de forma sincronizada, en cada tecla estará manipulada por un operario montajista esta carga debe ir de forma nivelada hasta su posición final.
- Para esta actividad se realizará con el siguiente personal:
 - 02 operarios montajistas
 - 02 oficiales montajistas
 - 02 venteros
- La eslinga a instalar en la viga del rack existente debe estar protegida con su protector para evitar el corte de ellas en los cantos vivos.
- El personal deberá contar con curso de inducción a planta Moly y usar en todo momento respirador de media cara con cartucho 6003.

Fotografía 6. Imagen de ubicación topográfica de puntos de izaje



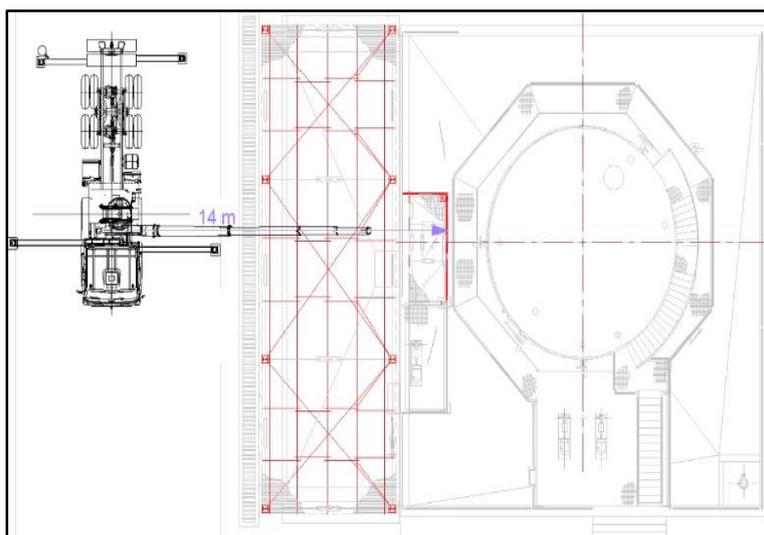
Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan – topografía

4.10.8. Montaje de plataformas para bomba de descarga.

- Levantamiento topográfico de ejes y niveles de los pernos de anclajes, cuyo registro será entregado a la Supervisión para su aprobación.
- Se realizará el pre ensamblaje en la plataforma.
- El área de montaje estructural procederá a marcar, por intermedio del topógrafo de obra, una cota de nivel de referencia sobre cada una de las fundaciones o estructuras de concreto sobre la que asienten las estructuras metálicas. Esta cota se materializará sobre un lateral accesible y fácilmente visible de la fundación, claramente identificable, sobre el que se marcará claramente el valor de la cota elegida. Para evitar confusiones, se tratará de marcar la misma cota de elevación en todas las fundaciones de altura similar con respecto al nivel de terreno o piso terminado.
- Previo a la colocación de las estructuras, la superficie de la fundación deberá ser acondicionada de manera tal de eliminar cualquier zona impregnada por grasa, productos provenientes de la limpieza de pernos o cualquier material extraño que pudiese afectar la adherencia de la capa de relleno o grouting.
- Para llegar a los puntos de conexión, se utilizarán andamios, estos se encontrarán habilitados previamente al montaje, posteriormente se procederá a montar los elementos secundarios, adicional a ello, el personal debe contar con el equipo de protección contra caídas.
- Se realizará la inspección de pre uso de los elementos y/o aparejos de izaje antes de iniciar la maniobra, registrándolas en los check list de inspección correspondiente.
- Considerar que los elementos y aparejos deben contar con codificación, la inspección de pre uso debe efectuarse por personal competente.
- Se realizará perforaciones de en el muro de la poza de contención del tanque NaHS existente este es para la instalación de pernos químicos, los que soportaran una sección de la plataforma (ver figura 18).
- El personal debe contar con EPP adecuado para esta actividad careta facial, protector auditivo, respirador de media cara y filtros para polvos.
- El peso aproximado de la plataforma de bomba de descarga es de 0.5 TN.

- Para el montaje de esta estructura se realizará con apoyo de camión Grúa de 30 TN.
- Durante la manipulación de elementos se deberá identificar probables puntos de atrapamientos, con el fin de no exponer las manos, pies u otras partes del cuerpo.
- Para guiar los agujeros se debe usar una llave de cola asegurada con driza, se debe tener cuidado con la exposición de las manos.
- La carga debe descender hasta hacer coincidir los agujeros de conexión de la columna con los pernos del muro de contención de poza de tanque NaHS.
- Previo al uso de los equipos manuales mencionados, se deberá verificar que la capacidad de éstos sea acorde a la carga. Inspeccionados por un supervisor competente.
- Se deberá realizar una inspección minuciosa de cada uno de los componentes del equipo a emplear, tales como: ganchos, lengüetas, cadenas, cables, seguros, pines, pernos.
- También se puede emplear usar equipos manuales de montaje para unir los elementos en el pre ensamble usando correctamente los aparejos de izaje según consideraciones del fabricante.
- El personal deberá contar con curso de Inducción a planta Moly y usar en todo momento respirador de media cara con cartucho 6003.

Figura 44. Imagen de montaje de plataforma para bomba en zona de descarga



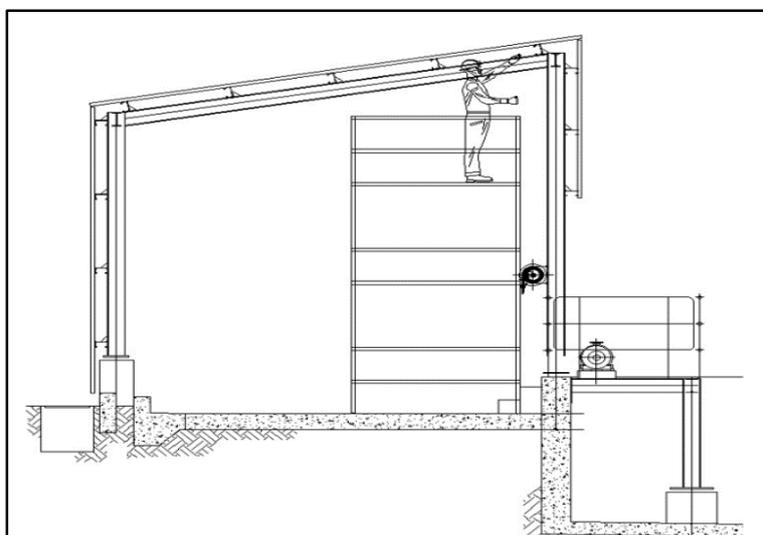
Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan – topografía

4.10.9. Montaje de estructura en zona de descarga.

- Para iniciar todos los trabajos se coordinada con el dueño del área de planta Moly, sobre los tiempos de llegada de los camiones cisternas.
- El área de montaje estructural procederá a marcar, por intermedio del topógrafo de obra, concreto sobre la que asienten las estructuras metálicas.
- Los trabajos de Andamios se realizarán de acuerdo al PETS Aprobado.
- Los andamios se armarán Previamente al Montaje de Estructura, dichos andamios servirán para liberar la maniobra de montaje y se armaran de tal forma que no obstaculizaran el paso de la carga hasta su posición final.
- Se pre ensamblará los pórticos en la plataforma de despacho de tanque NaHS.
- El personal deberá contar con curso de Inducción a planta Moly y usar en todo momento respirador de media cara con cartucho 6003.
- Al término de la jornada de trabajo el andamio será acopiado desmontado, en una zona que no impida el ingreso de vehículos u obstruya el tránsito peatonal.
- Para la manipulación de elementos estructurales (pequeñas secciones menores a 25kg) se asignará la cantidad de personas necesarias en función del peso y/o dimensiones de los elementos
- Para evitar tropezones se realizará el ensamblaje de las secciones estructurales se forma ordenada sin dejar elementos sueltos en el piso, se realizará orden y limpieza antes durante y después.
- Durante la manipulación de elementos se deberá identificar probables puntos de atrapamientos, con el fin de no exponer las manos, pies u otras partes del cuerpo.
- Se instalarán tacos de madera entre estructuras para evitar atrapamientos.
- Todas estas actividades se realizarán coordinadamente entre los operarios.
- Esta actividad será ejecutada por personal entrenado y capacitado.
- Para facilitar el alineamiento de los agujeros de las estructuras se usará llave de cola, está prohibido realizarlo con otro elemento que no esté estandarizado.
- Está prohibido introducir los dedos en los agujeros de las estructuras.,

- Si los agujeros tuvieran demasiado desfase no se deberán forzar el ingreso del perno, se comunicará al supervisor responsable del trabajo.
- Una vez alineado los agujeros se procederá a la instalación de los pernos de unión entre estructuras
- Los equipos y aparejos de izaje estarán en función al peso del elemento a izar y montar.
- Se realizará una inspección por Personal competente y se completara un registro de las inspecciones de pre uso, previa a la utilización de cada uno de los elementos que conforman el sistema para el montaje manual (tecles, eslingas, grilletes, etc.)
- La carga debe descender hasta hacer coincidir los agujeros de la placa base con los pernos de anclaje.
- El proceso de montaje será el siguiente:
 - Montaje de pórticos.
 - Montaje de diagonales Montaje de largueros.
 - Montaje de correas.
 - Montaje de templadores.

Figura 45. Imagen de esquema de distribución de andamios en zona de descarga



Fuente: MMG Las Bambas – rigging plan – topografía

4.10.10. Actividades topográficas.

- a) Se realizó el control dimensional de todas las estructuras, plataformas y grating a nivel de piso, con el apoyo de la estación total LEICA ts06 1”.

- b) Se controló los niveles de placa base de todas las estructuras montadas en los pernos de anclaje. A la vez se controló la verticalidad de cada estructura.
- c) Se controló el posicionamiento y niveles de top de plataformas, escaleras, gradas, grating, patines, ubolts y otros.
- d) Se controló el posicionamiento y niveles de soporteria en general.
- e) Trazo y replanteo de posicionamiento de grúa de 30 tn, empleado para el izaje de estructuras y soporteria en general.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

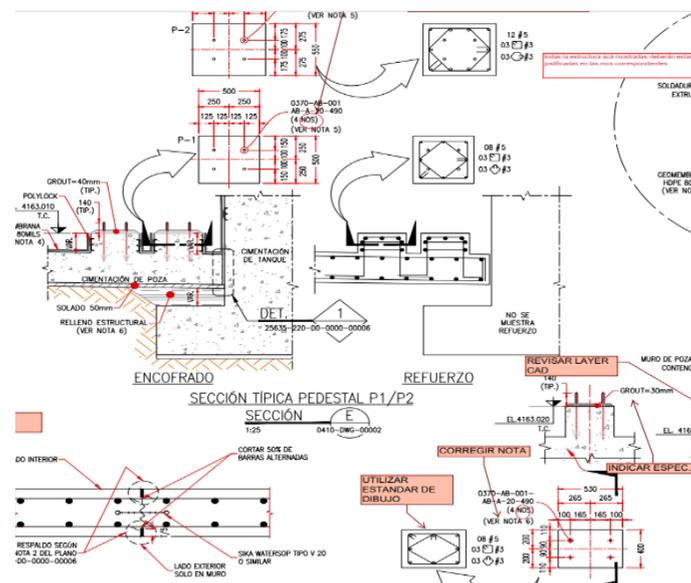
5.1. ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1.1. ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN.

Al momento de realizar el montaje de una estructura y/o equipo, se debe realizar el levantamiento topográfico real de post-montaje de todos los anclajes e insertos, con el fin de identificar y determinar los posibles desfases en la distribución de desplazamientos y elevaciones de los anclajes ubicados en los pedestales de concreto.

Los controles topográficos de redondez y verticalidad del montaje de cada anillo (cuerpo de tanque), se realizan simultáneamente. El control topográfico de redondez de cada anillo consiste en verificar el radio interno de diseño, tomando como arco de referencia entre el eje central del tanque y el radio interior del tanque. El control topográfico de verticalidad de cada anillo (cuerpo de tanque), consiste en verificar la desviación entre el fondo del tanque y el top de cada anillo.

Figura 46. Imagen de esquema de distribución de pernos de anclajes en pedestales de concreto



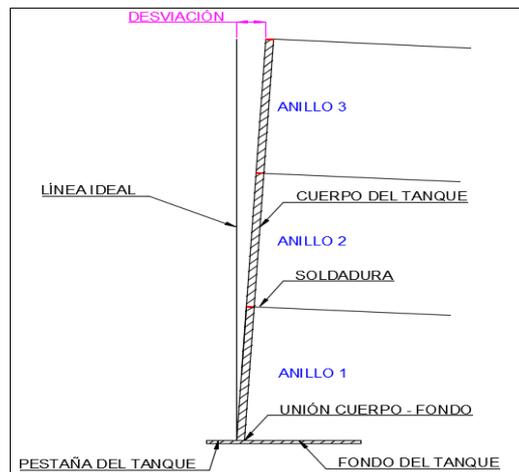
Fuente: MMG Las Bambas – plano civil 00003

Fotografía 7. Imagen de levantamiento topográfico de pernos de anclajes



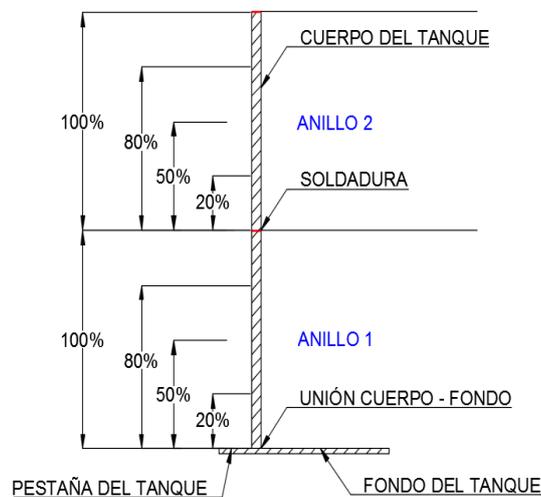
Fuente: Ingeniería Topográfica TOP&CON srl

Figura 47. Gráfico de desviación de verticalidad de anillo de tanque



Fuente: reporitory.ucc.edu.co – Procedimiento de topografía

Figura 48. Gráfico de control de redondez de anillo de tanque



Fuente: reporitory.ucc.edu.co – Procedimiento de topografía

Los resultados de la medición de control y cálculos están en los cuadros presentados, que muestran en forma tabular los datos numéricos de la medición y de los cálculos, del posicionamiento de los anclajes embebidos en los pedestales de concreto.

Tabla 2

Cuadro de todos los pernos de anclajes embebidos en los pedestales de concreto

CUADRO DE DESFASES EN POSICION DE PERNOS DE ANCLAJE															
PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)
1	0,0	1,0	-1,0	21	0,0	0,9	-0,9	41	0,0	1,0	-1,0	61	0,0	0,8	-0,8
2	0,0	0,8	-0,8	22	0,0	0,9	-0,9	42	0,0	1,0	-1,0	62	0,0	0,7	-0,7
3	0,0	0,7	-0,7	23	0,0	1,0	-1,0	43	0,0	1,0	-1,0	63	0,0	1,0	-1,0
4	0,0	0,9	-0,9	24	0,0	1,0	-1,0	44	0,0	0,9	-0,9	64	0,0	1,0	-1,0
5	0,0	1,0	-1,0	25	0,0	1,0	-1,0	45	0,0	1,0	-1,0	65	0,0	0,9	-0,9
6	0,0	0,8	-0,8	26	0,0	0,5	-0,5	46	0,0	1,0	-1,0	66	0,0	0,9	-0,9
7	0,0	0,8	-0,8	27	0,0	0,7	-0,7	47	0,0	1,0	-1,0	67	0,0	0,9	-0,9
8	0,0	0,6	-0,6	28	0,0	0,8	-0,8	48	0,0	0,9	-0,9	68	0,0	0,9	-0,9
9	0,0	1,0	-1,0	29	0,0	0,9	-0,9	49	0,0	0,8	-0,8	69	0,0	0,9	-0,9
10	0,0	1,0	-1,0	30	0,0	0,8	-0,8	50	0,0	0,7	-0,7	70	0,0	0,8	-0,8
11	0,0	0,3	-0,3	31	0,0	0,8	-0,8	51	0,0	0,6	-0,6	71	0,0	0,7	-0,7
12	0,0	0,5	-0,5	32	0,0	0,3	-0,3	52	0,0	0,5	-0,5	72	0,0	0,6	-0,6
13	0,0	0,9	-0,9	33	0,0	1,0	-1,0	53	0,0	0,8	-0,8	73	0,0	0,9	-0,9
14	0,0	0,9	-0,9	34	0,0	0,8	-0,8	54	0,0	0,9	-0,9	74	0,0	0,9	-0,9
15	0,0	0,8	-0,8	35	0,0	0,9	-0,9	55	0,0	0,9	-0,9	75	0,0	0,8	-0,8
16	0,0	0,7	-0,7	36	0,0	0,7	-0,7	56	0,0	1,0	-1,0	76	0,0	1,0	-1,0
17	0,0	0,8	-0,8	37	0,0	0,6	-0,6	57	0,0	0,9	-0,9	77	0,0	0,8	-0,8
18	0,0	0,9	-0,9	38	0,0	0,6	-0,6	58	0,0	0,8	-0,8	78	0,0	0,4	-0,4
19	0,0	1,0	-1,0	39	0,0	0,9	-0,9	59	0,0	1,0	-1,0	79	0,0	0,9	-0,9
20	0,0	0,8	-0,8	40	0,0	0,8	-0,8	60	0,0	0,3	-0,3	80	0,0	0,9	-0,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3

Cuadro de desfases de 20 primeros pernos de anclaje

PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)
1	0,0	1,0	-1,0
2	0,0	0,8	-0,8
3	0,0	0,7	-0,7
4	0,0	0,9	-0,9
5	0,0	1,0	-1,0
6	0,0	0,8	-0,8
7	0,0	0,8	-0,8
8	0,0	0,6	-0,6
9	0,0	1,0	-1,0
10	0,0	1,0	-1,0
11	0,0	0,3	-0,3
12	0,0	0,5	-0,5
13	0,0	0,9	-0,9
14	0,0	0,9	-0,9
15	0,0	0,8	-0,8
16	0,0	0,7	-0,7
17	0,0	0,8	-0,8
18	0,0	0,9	-0,9
19	0,0	1,0	-1,0
20	0,0	0,9	-0,9
PROMEDIO DE DESFASE			-0,8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Cuadro de desfases de 20 siguientes pernos de anclaje

PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)
21	0,0	0,9	-0,9
22	0,0	0,9	-0,9
23	0,0	1,0	-1,0
24	0,0	1,0	-1,0
25	0,0	1,0	-1,0
26	0,0	0,5	-0,5
27	0,0	0,7	-0,7
28	0,0	0,6	-0,6
29	0,0	0,9	-0,9
30	0,0	0,9	-0,9
31	0,0	0,8	-0,8
32	0,0	0,3	-0,3
33	0,0	1,0	-1,0
34	0,0	0,8	-0,8
35	0,0	0,9	-0,9
36	0,0	0,7	-0,7
37	0,0	0,6	-0,6
38	0,0	0,6	-0,6
39	0,0	0,9	-0,9
40	0,0	0,9	-0,9
PROMEDIO DE DESFASE			-0,8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Cuadro de desfases de 20 siguientes pernos de anclaje

PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)
41	0,0	1,0	-1,0
42	0,0	1,0	-1,0
43	0,0	1,0	-1,0
44	0,0	0,9	-0,9
45	0,0	1,0	-1,0
46	0,0	1,0	-1,0
47	0,0	1,0	-1,0
48	0,0	0,9	-0,9
49	0,0	0,8	-0,8
50	0,0	0,7	-0,7
51	0,0	0,6	-0,6
52	0,0	0,5	-0,5
53	0,0	0,8	-0,8
54	0,0	0,9	-0,9
55	0,0	0,9	-0,9
56	0,0	1,0	-1,0
57	0,0	0,9	-0,9
58	0,0	0,8	-0,8
59	0,0	1,0	-1,0
60	0,0	0,3	-0,3
PROMEDIO DE DESFASE			-0,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Cuadro de desfases de 20 últimos pernos de anclaje

PIN	POSICION NOMINAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	POSICION REAL DE PERNO DE ANCLAJE (mm)	DESFASE EN POSICION DE PERNO DE ANCLAJE (mm)
61	0,0	0,8	-0,8
62	0,0	0,7	-0,7
63	0,0	1,0	-1,0
64	0,0	1,0	-1,0
65	0,0	0,9	-0,9
66	0,0	0,9	-0,9
67	0,0	0,9	-0,9
68	0,0	0,9	-0,9
69	0,0	0,9	-0,9
70	0,0	0,8	-0,8
71	0,0	0,7	-0,7
72	0,0	0,6	-0,6
73	0,0	0,9	-0,9
74	0,0	0,9	-0,9
75	0,0	0,8	-0,8
76	0,0	1,0	-1,0
77	0,0	0,8	-0,8
78	0,0	0,4	-0,4
79	0,0	0,9	-0,9
80	0,0	0,9	-0,9
PROMEDIO DE DESFASE			-0,8

Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Imagen de cuadro de tolerancias montaje mecánico

General tolerances				General tolerances			
Soldadura/Welding	EN ISO 13920 A			Mecanizado/Machining	ISO 2768-1m		
	Basic size range		Perm. devia.		Basic size range		Perm. devia.
	over	up to			over	up to	
		30	+ 1	0.5	3	+ 0.1	
	30	400	+ 1	3	6	+ 0.1	
	400	1000	+ 1	6	30	+ 0.2	
	1000	2000	+ 3	30	120	+ 0.3	
	2000	4000	+ 4	120	400	+ 0.5	
	4000	8000	+ 5	400	1000	+ 0.8	
	8000	12000	+ 6	1000	2000	+ 1.2	
	12000	16000	+ 7	2000	4000	+ 2	
	16000	20000	+ 8				
	20000		+ 9				

Fuente: General tolerances ISO 2768 1m

Teniendo en cuenta la finalidad de la topográfica mecánica en controlar la correcta simetría de tanque, empleando los requisitos mínimos de construcción, normas y estándares de montaje, se detalla cuadros de comparativos entre medidas de diseño y de construcción, de verticalidad y redondez del tanque.

- **Norma API 653:** AMERICAN PETROLIUM INSTITUTE, normativa estándar que se utiliza como guía para inspección, reparación, alteración u reconstrucción de tanques de almacenamiento.
- **Norma API 650:** Está diseñada para establecer los requisitos mínimos de construcción como materiales, tipo de diseño, montajes y pruebas de verticalidad y redondez para tanques de almacenamiento.

Tabla 7

Cuadro de desfases de redondez de primer anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE REDONDEZ DE PRIMER ANILLO DE TANQUE R=4500 mm				
GRADOS	POSICION NOMINAL DE REDONDEZ (mm)	POSICION REAL DE REDONDEZ (mm)	DESFASE EN POSICION DE REDONDEZ (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 2,8 mm
00°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
22°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
45°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
67°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
90°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
112°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
135°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
157°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
180°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
202°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
225°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
247°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
270°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
292°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
315°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
337°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

Cuadro de desfases de redondez de segundo anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE REDONDEZ DE SEGUNDO ANILLO DE TANQUE R=4500 mm				
GRADOS	POSICION NOMINAL DE REDONDEZ (mm)	POSICION REAL DE REDONDEZ (mm)	DESFASE EN POSICION DE REDONDEZ (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 2,8 mm
00°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
22°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
45°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
67°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
90°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
112°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
135°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
157°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
180°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
202°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
225°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
247°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
270°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
292°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
315°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
337°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Cuadro de desfases de redondez de tercer anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE REDONDEZ DE TERCER ANILLO DE TANQUE R=4500 mm				
GRADOS	POSICION NOMINAL DE REDONDEZ (mm)	POSICION REAL DE REDONDEZ (mm)	DESFASE EN POSICION DE REDONDEZ (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 2,8 mm
00°00'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
22°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
45°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
67°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
90°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
112°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
135°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
157°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
180°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
202°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
225°00'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
247°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
270°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
292°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
315°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
337°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Cuadro de desfases de redondez de cuarto anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE REDONDEZ DE CUARTO ANILLO DE TANQUE R=4500 mm				
GRADOS	POSICION NOMINAL DE REDONDEZ (mm)	POSICION REAL DE REDONDEZ (mm)	DESFASE EN POSICION DE REDONDEZ (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 2,8 mm
00°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
22°30'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
45°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
67°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
90°00'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
112°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
135°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
157°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
180°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
202°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
225°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
247°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
270°00'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
292°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
315°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
337°30'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Cuadro de desfases de redondez de quinto anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE REDONDEZ DE QUINTO ANILLO DE TANQUE R=4500 mm				
GRADOS	POSICION NOMINAL DE REDONDEZ (mm)	POSICION REAL DE REDONDEZ (mm)	DESFASE EN POSICION DE REDONDEZ (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 2,8 mm
00°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
22°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
45°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
67°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
90°00'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
112°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
135°00'00"	4500	4500	0	ACEPTABLE
157°30'00"	4500	4501	1	ACEPTABLE
180°00'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
202°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
225°00'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
247°30'00"	4500	4499	-1	ACEPTABLE
270°00'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
292°30'00"	4500	4498	-2	ACEPTABLE
315°00'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE
337°30'00"	4500	4502	2	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Cuadro desfases de verticalidad de primer anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE VERTICALIDAD DE PRIMER ANILLO DE TANQUE LONGITUD = 2400 mm				
GRADOS	VERTICALIDAD NOMINAL DE ANILLO (mm)	CERTICALIDAD REAL DE ANILLO (mm)	DESFASE EN VERTICALIDAD DE ANILLO (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 6,0 mm
00°00'00"	0,0	3,2	3,2	ACEPTABLE
45°00'00"	0,0	2,8	2,8	ACEPTABLE
90°00'00"	0,0	3,9	3,9	ACEPTABLE
135°00'00"	0,0	1,9	1,9	ACEPTABLE
180°00'00"	0,0	0,9	0,9	ACEPTABLE
225°00'00"	0,0	2,7	2,7	ACEPTABLE
270°00'00"	0,0	3,8	3,8	ACEPTABLE
315°00'00"	0,0	2,8	2,8	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Cuadro desfases de verticalidad de segundo anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE VERTICALIDAD DE SEGUNDO ANILLO DE TANQUE				
LONGITUD = 2400 mm				
GRADOS	VERTICALIDAD NOMINAL DE ANILLO (mm)	CERTICALIDAD REAL DE ANILLO (mm)	DESFASE EN VERTICALIDAD DE ANILLO (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 6,0 mm
00°00'00"	0,0	2,9	2,9	ACEPTABLE
45°00'00"	0,0	2,5	2,5	ACEPTABLE
90°00'00"	0,0	3,1	3,1	ACEPTABLE
135°00'00"	0,0	1,9	1,9	ACEPTABLE
180°00'00"	0,0	1,2	1,2	ACEPTABLE
225°00'00"	0,0	3,0	3,0	ACEPTABLE
270°00'00"	0,0	2,8	2,8	ACEPTABLE
315°00'00"	0,0	1,3	1,3	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Cuadro desfases de verticalidad de tercer anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE VERTICALIDAD DE TERCER ANILLO DE TANQUE				
LONGITUD = 2400 mm				
GRADOS	VERTICALIDAD NOMINAL DE ANILLO (mm)	CERTICALIDAD REAL DE ANILLO (mm)	DESFASE EN VERTICALIDAD DE ANILLO (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 6,0 mm
00°00'00"	0,0	1,9	1,9	ACEPTABLE
45°00'00"	0,0	2,2	2,2	ACEPTABLE
90°00'00"	0,0	3,0	3,0	ACEPTABLE
135°00'00"	0,0	1,9	1,9	ACEPTABLE
180°00'00"	0,0	1,8	1,8	ACEPTABLE
225°00'00"	0,0	1,6	1,6	ACEPTABLE
270°00'00"	0,0	0,9	0,9	ACEPTABLE
315°00'00"	0,0	1,1	1,1	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Cuadro desfases de verticalidad de cuarto anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE VERTICALIDAD DE CUARTO ANILLO DE TANQUE LONGITUD = 2400 mm				
GRADOS	VERTICALIDAD NOMINAL DE ANILLO (mm)	CERTICALIDAD REAL DE ANILLO (mm)	DESFASE EN VERTICALIDAD DE ANILLO (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 6,0 mm
00°00'00"	0,0	1,9	1,9	ACEPTABLE
45°00'00"	0,0	1,9	1,9	ACEPTABLE
90°00'00"	0,0	1,8	1,8	ACEPTABLE
135°00'00"	0,0	1,6	1,6	ACEPTABLE
180°00'00"	0,0	0,9	0,9	ACEPTABLE
225°00'00"	0,0	2,7	2,7	ACEPTABLE
270°00'00"	0,0	2,2	2,2	ACEPTABLE
315°00'00"	0,0	1,3	1,3	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Cuadro desfases de verticalidad de quinto anillo de tanque

CUADRO DE DESFASES DE VERTICALIDAD DE QUINTO ANILLO DE TANQUE LONGITUD = 1392 mm				
GRADOS	VERTICALIDAD NOMINAL DE ANILLO (mm)	CERTICALIDAD REAL DE ANILLO (mm)	DESFASE EN VERTICALIDAD DE ANILLO (mm)	TOLERANCIA SEGÚN API 653 ± 3,5 mm
00°00'00"	0,0	1,8	1,8	ACEPTABLE
45°00'00"	0,0	1,6	1,6	ACEPTABLE
90°00'00"	0,0	0,9	0,9	ACEPTABLE
135°00'00"	0,0	0,8	0,8	ACEPTABLE
180°00'00"	0,0	1,2	1,2	ACEPTABLE
225°00'00"	0,0	1,1	1,1	ACEPTABLE
270°00'00"	0,0	2,7	2,7	ACEPTABLE
315°00'00"	0,0	2,3	2,3	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Una vez obtenidos y procesados la data del levantamiento y replanteo topográfico, se realiza un comparativo entre acotamientos nominales y acotamientos reales, deduciendo el desfase existente entre mencionados acotamientos, se obtuvieron los siguientes resultados.

- ✓ La topografía automatizada empleada correctamente para el montaje del nuevo Tanque de almacenamiento, en todo el proceso constructivo desde el pre y post montaje mecánico, nos conlleva a un trabajo ejecutado dentro de los plazos establecidos, cumpliendo con todos los requisitos de ingeniería y diseño.

Los estándares y normas consideradas para este proyecto de investigación son: ISO 2768, API 650 y API 653. En los cuales recomienda y establece controles topográficos como posicionamiento, nivelación, verticalidad, redondez y planicidad, aplicados en cada proceso constructivo.

- ✓ Para controles de posicionamiento y montaje de placas bases de estructuras en todos los pedestales de concreto, se realizó levantamiento topográfico de 80 pernos de anclajes embebidos en concreto. Encontrando un desfase máximo de ± 1 mm en posicionamiento, mostrados en los cuadros de las figuras 58, 59, 60 y 61. Según ISO 2768, la máxima tolerancia de desfase en distancias horizontales de estos anclajes es ± 1.8 mm.

Al momento de realizar el montaje de planchas metálicas de anillos (cuerpo) del Tanque de almacenamiento y antes de fijarlas con soldadura, se procedió a la verificación de la redondez del tanque, empleando el método de arco de referencia (programa insertado en la estación total LEICA ts06 1"). Este control de redondez se verificó en los 5 anillos del cuerpo de tanque, en todos los 360° de circunferencia, encontrando un desfase máximo de ± 2.0 mm, mostrados en los cuadros de las figuras 63, 64, 65, 66 y 67. Según el API 653, la máxima tolerancia de desfase en redondez del radio de estos anillos es de ± 2.8 mm.

Una vez fijada la redondez del tanque (proceso de soldeo), se procede a la verificación de la verticalidad de las planchas de los anillos cuerpo de Tanque, empleando el método de ángulos y distancias horizontales (programa de replanteo insertado en la estación total LEICA ts06 1"). Este control de verticalidad se verificó en los 5 anillos del cuerpo de tanque, en todos los 360° de circunferencia, encontrando un desfase máximo de ± 3.9 mm en los cuatro primeros anillos del tanque, mostrados en los cuadros de las figuras 68, 69, 70 y 71. Según el API 653, la máxima tolerancia de desfase de verticalidad para planchas de 2400 mm de longitud es de ± 6.0 mm. En el quinto anillo se lectura un desfase máximo de ± 2.7 mm, mostrado en la figura 72. Según API 653, la máxima tolerancia de desfase de verticalidad para planchas de 1392 mm de longitud es de ± 3.5 mm.

- ✓ Para los trabajos de levantamiento, trazos y replanteos topográficos se empleó la estación total LEICA ts06 1", mediante todos sus programas insertados en su software. Se comprobó en campo las estimaciones de sus lecturas, encontrándolas dentro de las tolerancias establecidas en la ficha técnica de la misma. Se verificó la rapidez de sus medidas, su estabilidad y los ángulos de cierres horizontales y verticales. A la vez comprobó el distanciometro.

- ✓ Según ingeniería, se determinó realizar los trazos y replanteos topográficos con planos de fabricación, debido a que todos los elementos mecánicos ya se encontraban en obra, teniendo en consideración el previo control dimensional de todo elemento mecánico.

5.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

5.2.1. HIPÓTESIS GENERAL.

La topografía automatizada influye significativamente al montaje del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.

Existe relación directa entre las variables de estudio, el correcto control y aplicación de la topografía automatizada, respetando y tomando en cuenta todos los procedimientos de construcción mejora y perfecciona significativamente al montaje mecánico.

5.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- ✓ Los estándares, normas y tolerancias influyen significativamente al proceso constructivo del nuevo tanque de almacenamiento de NaHS para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac

Existe relación directa entre el manejo adecuado y el conocimiento de todos los estándares y normas para un montaje correcto dentro de las tolerancias establecidas de diseño, en control óptimo de estos estándares y normas garantizará el correcto proceso constructivo del nuevo Tanque.

- ✓ Los Equipos topográficos según su precisión influyen significativamente en la construcción del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.

Alcanzar y estar por debajo de las tolerancias establecidas para el montaje mecánico, solo se logra con equipos de alta precisión. Influyendo significativamente en la construcción del nuevo Tanque. En este caso la estación total LEICA ts06 1", cumple con todas las exigencias de ingeniería, para un adecuado montaje mecánico.

- ✓ La correcta lectura e interpretación de planos mecánicos, de fabricación y de montaje influyen significativamente en la construcción del nuevo tanque de almacenamiento de NASH para la planta Moly en la minera MMG las Bambas, Región Apurímac.

La correcta evaluación y conocimiento sobre lectura avanzada de planos mecánicos, y el manejo de softwares de diseño mecánico influyen significativamente en la construcción del nuevo Tanque de almacenamiento de NaHS.

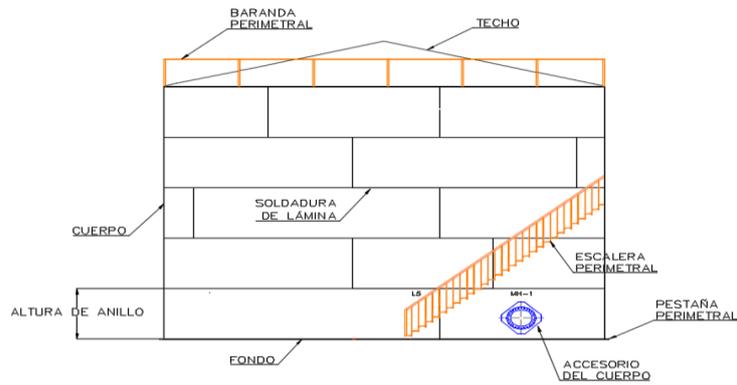
5.3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

La confiabilidad de los resultados de control está reflejada en la exactitud del control de posicionamiento, plasmadas en el correcto montaje de todas las estructuras. Mecánicamente y topográficamente no presentaron ningún inconveniente al momento de su izaje y montaje.

Por eso es recomendable realizar un control topográfico antes, durante y post montaje de todo elemento mecánico embebido, para así corregir cualquier desfase presentado en el momento.

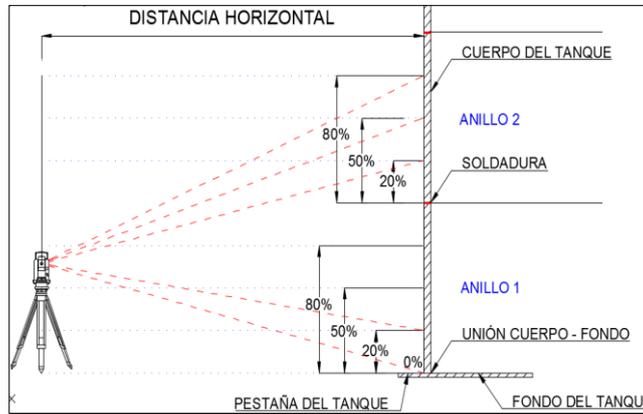
Para obtener los datos mencionados en los cuadros de verticalidad y redondez del cuerpo del tanque, se recurre al manejo adecuado de la estación total LEICA ts06 1" y a las normas de tolerancias de montaje.

Figura 50. Imagen de partes de tanque vertical de almacenamiento



Fuente: Universidad politécnica de Madrid – diseño de un tanque

Figura 51. Imagen de toma de datos de verticalidad y redondez



Fuente: reporitory.ucc.edu.co – Procedimiento de topografía

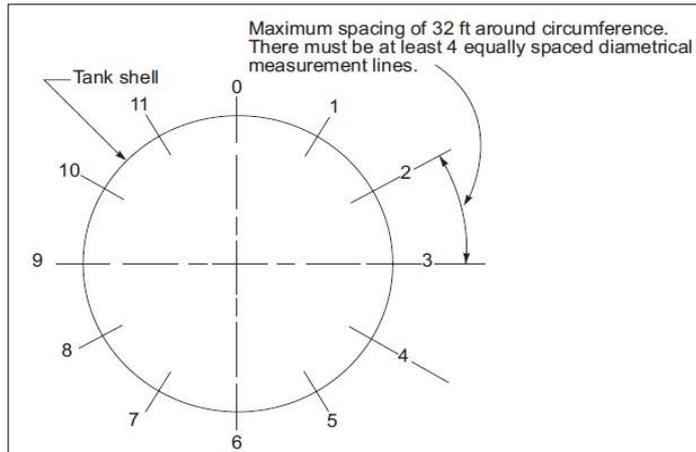
Tabla 17

Cuadro de tolerancia máxima de redondez

Tank Diameter (ft)	Radius Tolerances (in.)
< 40	±1/2
40 to < 150	±3/4
150 to < 250	±1
≥ 250	±1 1/4

Fuente: API 653

Figura 52. Imagen de espacio máximo entre ejes



Fuente: API 653

Tabla 18

Cuadro de constante – según diámetro y tipo de techo de tanque

Tank Diameter ft	Open Top Tanks, <i>K</i>	Fixed Roof Tanks, <i>K</i>
$D \leq 50$	28.7	10.5
$50 < D \leq 80$	7.8	5.8
$80 < D \leq 120$	6.5	3.9
$120 < D \leq 180$	4.0	2.3
$180 < D \leq 240$	3.6	Not applicable
$240 < D \leq 300$	2.4	Not applicable
$300 < D$	Not applicable	Not applicable

Fuente: API 653

Figura 53. Imagen de fórmula de cálculo de diámetro de tanque

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Donde:

D: Diámetro.

P: Perímetro.

Basado en el diámetro del tanque y en la norma API 653

Fuente: API 653

Figura 54. Imagen de fórmula de cálculo de desfase de verticalidad

Para el caso de la Verticalidad, el primer dato tomado al 0% de la altura total del tanque y al 100% de la altura total del tanque, en cada uno de los ejes marcados, se restarán para así conocer la verticalidad.

$$\text{Verticalidad en cada eje} = A - B$$

Donde:

A = El primer dato tomado de la estación.

B = El último dato tomado de la estación.

Fuente: API 653

Los resultados concluyentes fueron los siguiente:

- ✓ En la presente investigación se tuvo el Objetivo General, y se obtuvo que, según el estudio y demostración del correcto manejo e interpretación de los procedimientos topográficos y recursos para construcción y montaje mecánico, se determinó un correcto control topográfico dentro del replanteo topográfico mecánico. Desafiando las bajas temperaturas del clima y dificultades cotidianas. Todas las medidas de post montaje de todo elemento mecánico se encuentran por debajo y dentro de las tolerancias establecidas en los estándares y normas de construcción.
- ✓ El desfase de posicionamiento de pernos de anclaje y de placas bases de estructuras, se encuentran por debajo de las tolerancias de ± 0.8 mm.

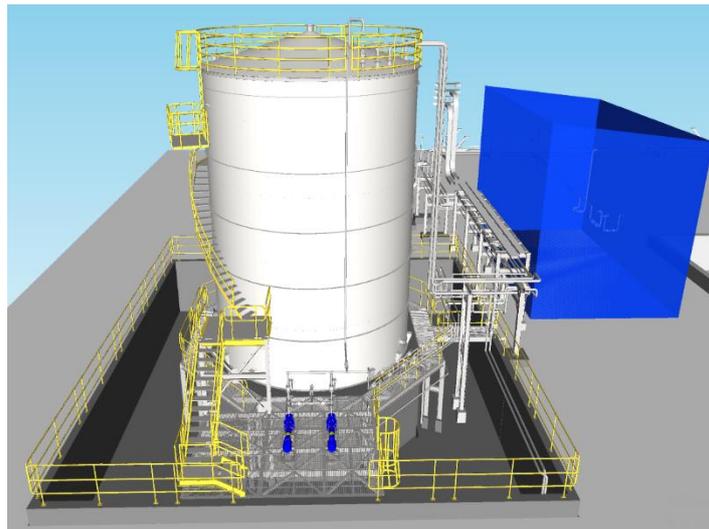
El desfase de posicionamiento de redondez del tanque, según los anillos del cuerpo de tanque, se encuentran por debajo de las tolerancias de ± 0.8 mm.

El desfase de posicionamiento de verticalidad del tanque, según los anillos del cuerpo de tanque, se encuentran por debajo de las tolerancias de ± 2.1 mm.
- ✓ Los datos letrados y medidos por la estación total LEICA ts06 1", se encuentran por debajo de las tolerancias de montaje de cada elemento mecánico, estas medidas solo son obtenidas con equipo de precisión de 1 segundo angularmente y de 0.1mm de precisión en el distanciometro.

- ✓ Queda demostrado que la buena lectura e interpretación de planos de montaje mecánico, apoyados con la operatividad del equipo topográfico conllevan a un montaje mecánico correcto, dentro de los parámetros establecidos.

Mediante los softwares de diseño mecánico en 3D (NAVISWORKS), se proyectarán modificaciones y nuevos ruteos de posición de todo elemento mecánico.

Figura 55. Imagen de tanque de almacenamiento en NAVISWORKS



Fuente: Elaboración propia – software navisworks

CONCLUSIONES

1. Algunos trabajos topográficos de construcción, especialmente los trabajos de diseño e ingeniería mecánica y electromecánica, verifican el correcto ensamblaje mecánico del metal, considerando una alta precisión laborando en espacios muy pequeños. Para conseguir el efecto deseado, la topografía automatizada utiliza todas las herramientas que proporciona la Geodesia, pero se adapta a espacios reducidos, por eso a esta rama del terreno de alta precisión se le llama Topografía Mecánica.
2. Los tanques de almacenamiento son estructuras que se usan para preservación de fluidos a presión ambiente. Generalmente, los tanques de almacenamiento son cilindros, donde la topografía mecánica ocupa un rol muy importante, controlando el posicionamiento y niveles dentro de las tolerancias establecidas en los planos. La topografía mecánica también controla la verticalidad y redondez de los anillos del tanque y la posición correcta de todos los accesorios (bridas, válvulas, conectores e instrumentación). El procedimiento de montaje de tanques de almacenamiento deber de tener en cuenta el reglamento, así, por ejemplo, para la planificación de las instalaciones, se debe considerar principalmente el riesgo de instalaciones adyacentes y la topografía del sitio.
3. Con la correcta y adecuada aplicación de equipos y personal, de programas de trabajo y de los recursos varios, paralelamente empleando correctamente todos los procedimientos topográficos aprobados y liberados, para realizar trabajos en la planta concentradora de la unidad minera MMG LAS BAMBAS, demuestra la importancia de la Ingeniería Topográfica Automatizada en el montaje preciso de maquinaria especializada. Para el trazo y replanteo de ejes principales de estructuras civiles, equipos y maquinaria, dentro de las tolerancias establecidas, se emplearán accesorios netamente especiales y calibrados para cada tipo de trazo, como: estación total LEICA ts06 1", para trabajos de replanteo topográfico y para monumentación de puntos de control. Con estos equipos y accesorios se reducen los errores acumulados tanto en estacionamiento y como en trazos.
4. Es totalmente necesario, riguroso y obligatorio llevar una supervisión constante, alto manejo e interpretación de todos los planos para construcción, el conocimiento de softwares de diseño mecánico y de seguridad industrial, para efectos de bienestar y seguridad en todo el periodo de ejecución del trabajo. Al cumplir con los estándares,

procedimientos y propósitos planteados en los alcances generales de los trabajos de topografía en cada área (movimiento de tierras, obras civiles, obras de arte, obras mecánicas, obras de piping, obras de instrumentación, de pre-com y com), en las instalaciones de la unidad minera MMG LAS BAMBAS. Todos los trabajos de topografía se realizaron con efectividad, precisión y seguridad, donde se promueve la buena imagen del sentido de conocimiento y ética que el Ingeniero Topógrafo debe tener.

RECOMENDACIONES

1. Una vez realizado el prealineado de los elementos mecánicos, el topógrafo deberá de verificar topográficamente la alineación de los ejes. Las desviaciones de estos ejes estarán de acuerdo a las tolerancias establecidas por las especificaciones y estándares del proyecto. Antes de comenzar el trabajo de instalación, los topógrafos deben de realizar un levantamiento topográfico a detalle, posterior a la construcción de los cimientos, para determinar la posición y niveles reales de todos los insertos y pernos de anclajes. Para asegurar de que todos estén alineados horizontal y verticalmente de acuerdo con el plan del proyecto.
2. Posteriormente al montaje y post-montaje de elementos mecánicos, el topógrafo debe verificar la verticalidad, planicidad y redondez de todos los elementos mecánicos posicionados, antes de ser fijados y sellados permanentemente. El registro topográfico debe ser elaborado por el personal de topografía y calidad, el cual debe contener valores nominales, reales y diferencias resultantes de posición y nivel, encontrándose dentro de las tolerancias establecidas por las especificaciones y estándares del proyecto.
3. Para todo el desarrollo de la construcción y montaje mecánico se utilizarán herramientas y equipos de precisión adecuadas, para satisfacer las especificaciones técnicas de diseño y de montaje, cuyos trabajos se realizarán de acuerdo a las necesidades del proyecto. Al iniciar y finalizar los trabajos topográficos se debe realizar la contrastación de los equipos topográficos, verificando y ajustando los ángulos horizontales y verticales del telescopio y distanciometro de la estación total, dentro de las tolerancias establecidas según la precisión del equipo. En caso los datos se encuentran por encima de las tolerancias se procederá a realizar la calibración del equipo topográfico.
4. El topógrafo deberá marcar las referencias mediante tarjetas o dianas. Estas tarjetas servirán para que el personal de montaje haga su pre alineación de los elementos, estructuras y equipos. Antes de realizar cualquier trabajo de replanteo y alineamiento de ejes principales y auxiliares, el topógrafo mecánico tendrá que compatibilizar todos los planos que intervengan en el montaje.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍAS

- CHACON, M. J. (2019). *Construcción, mantenimiento y estimación del tiempo de vida de un cisterna construido de planchas de acero inoxidable aisi 304 para transportar hidrosulfuro de sodio (nahs)*. AREQUIPA, PERU.
- CHAGUA, N. I. (2018). *Comparacion de influencia en el calculo de errores totales a mas de 3810msnm en la precision en 5 modelos de niveles automaticos*. PUNO, PERU.
- CRUZ, H. R. (2011). *Topografia aplicada en el control de la obra civil y en la colocacion de maquinaria industrial*. MEXICO.
- HELDER VIZCARRA QUISPE, A. E. (2019). *Comparacion de control topografico, replanteo en la construccion , presa relaves con estacion total y gps diferencial en tiempo real minera las bambas- APURIMAC*. PUNO, PERU.
- VIRGINIA CASAS ROJO, V. S. (2015). *Aplicación de los métodos de estimación robusta en el ajuste de observaciones para la detección de errores en una red básica topografica situada en la ciudad de valdeluz*, GUADALAJARA. MADRID, ESPAÑA.
- YOVERA, D. M. (ABRIL de 2019). *Optimización del proceso de montaje de estructuras en refineria*. PIURA, PERU.
- F. DOMINGUEZ GARCIA. (MAYO de 2018). *Concepto de Topografia, Instrumentos, Elementos de los elementos topograficos*. MADRID, ESPAÑA.
- ANTONIO GARCIA MARTIN. (MARZO de 2019). *Ingenieria, cartografia y ordenacion del territotio, topografia aplicada para ingenieros*. MURCIA, ESPAÑA.
- F. DOMINGUEZ GARCIA. (JUNIO de 2019). *Instrumentos taquimetricos, metodos altimetricos, metodos planimetricos, topografia abreviada*. MADRID, ESPAÑA.
- FRANCISCO MAZA VAZQUEZ. (OCTUBRE de 2018). *Sinopsis de introduccion a la topografia y a la cartografia aplicada*. MEXICO, MEXICO.
- FRANCISCO JAVIER POLIDURA FERNANDEZ. (FEBRERO de 2018). *Topografia, geodesia y cartografia aplicadas a la ingenieria, topografia minera*. BARCELONA, ESPAÑA.
- J EXPOSITO DE BATA. (SETIEMBRE de 2018). *Topografia mecanica y de estructuras*. MADRID, ESPAÑA.
- LEON ROBLES CARLOS. (ENERO de 2018). *Introduccion a la topografia en la ingenieria civil*. MONTERREY, MEXICO.
- JOSE LUIS BERNE VALERO. (ABRIL de 2018). *Tratado de topografia tomo III, redes topograficas y locales, microgeodesia*. VALENCIA, ESPAÑA.

ANEXOS

Fotografía 8. Imagen de armadura de muros de contención – poza de Tanque



Fuente: Propia

Fotografía 9. Imagen de mapeo de interferencias existentes



Fuente: Propia

Fotografía 10. Imagen de izaje de quinto anillo



Fuente: Propia

Fotografía 11. Imagen de armado a nivel de piso de techo de Tanque



Fuente: Propia

Fotografía 12. Imagen de montaje de aislamiento en tuberías



Fuente: Propia

Fotografía 13. Imagen de montaje de cuarto anillo



Fuente: Propia

Fotografía 14. Imagen de montaje de tuberías – planta concentradora



Fuente: Propia

Fotografía 15. Imagen de montaje de aislamiento en tuberías



Fuente: Propia

Fotografía 16. Imagen de montaje de tercer anillo



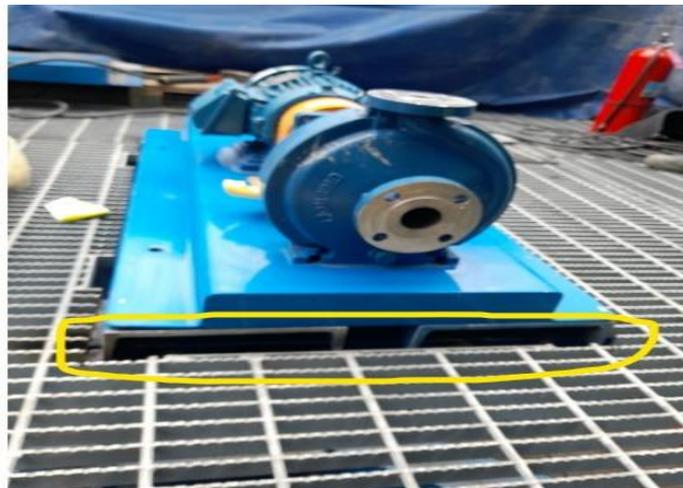
Fuente: Propia

Fotografía 17. Imagen de montaje válvulas y accesorios



Fuente: Propia

Fotografía 18. Imagen de montaje de bomba de succión n° 01



Fuente: Propia

Fotografía 19. Imagen de montaje de escaleras de acceso a Tanque



Fuente: Propia

Fotografía 20. Imagen de montaje de techo de Tanque



Fuente: Propia

Fotografía 21. Imagen de montaje de techo de Tanque



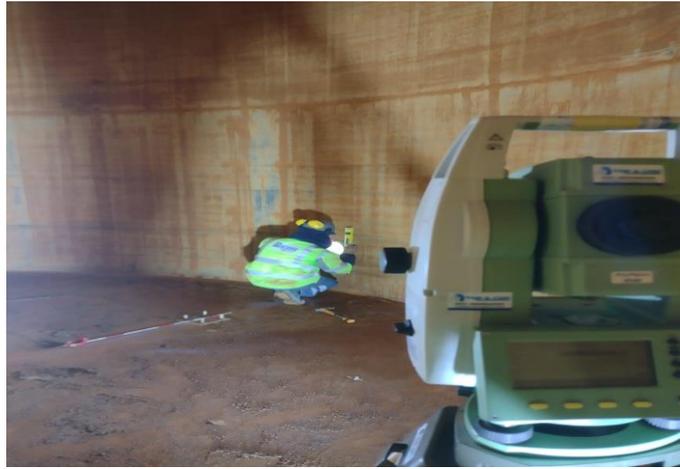
Fuente: Propia

Fotografía 22. Imagen de posicionamiento de techo de Tanque



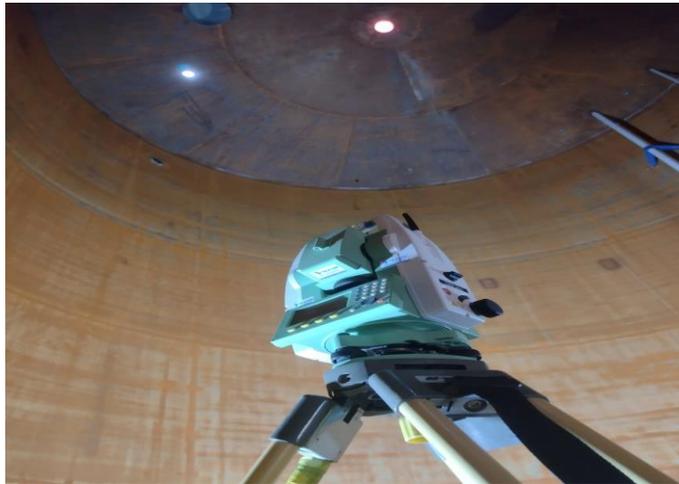
Fuente: Propia

Fotografía 23. Imagen de control topográfico de redondez de Tanque



Fuente: Propia

Fotografía 24. Imagen de montaje de tuberías al interior de Tanque



Fuente: Propia

Fotografía 25. Imagen de Tanque NaHS Planta Moly



Fuente: Propia

Figura 56. Imagen de memoria de cálculo de cimentación de Tanque



MEMORIA DE CÁLCULO

VP PROJECT DELIVERY
SELLO REVISIÓN DE DOCUMENTOS

<input type="checkbox"/> 1 Aprobado El trabajo puede proceder	<input type="checkbox"/> 4 Informativo NO requiere Revisión
<input type="checkbox"/> 2 Aprobado con comentarios El trabajo puede proceder sujeto a incorporación de cambios	<input type="checkbox"/> 5 NO aplica el envío de este Documento Se debe marcar en "Revisar"
<input checked="" type="checkbox"/> 3 Rechazado El trabajo NO puede proceder	

La aprobación de estos documentos por parte de Mierco Las Bambas S.A. y sus consultores es de carácter administrativo, el contenido técnico de este documento es de exclusiva responsabilidad del Contratista.



INGENIERÍA COMPLEMENTARIA
“OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD
DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA LA PLANTA MOLY”

MEMORIA DE CÁLCULO

CIMENTACIÓN TANQUE NAHS

CIVIL

LP12311F-0370-0410-MCA-00001

LAS BAMBAS - PROJECT DELIVERY

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J. Gómez	F. Aburto	Revisión Interna	01-Abr-21	
B	J. Gómez	F. Aburto	Revisión del Cliente	22-Abr-21	

Comentarios:

Fuente: Gocom Perú sac

Figura 57. Imagen de memoria de cálculo de cimentación de zona de descarga



MEMORIA DE CÁLCULO

VP PROJECT DELIVERY
SELLO REVISIÓN DE DOCUMENTOS

<input type="checkbox"/> 1 Aprobado El trabajo puede proceder	<input type="checkbox"/> 4 Informativo NO requiere Revisión
<input type="checkbox"/> 2 Aprobado con comentarios El trabajo puede proceder sujeto a incorporación de cambios	<input type="checkbox"/> 5 NO aplica el envío de este Documento Se debe marcar en "Revisar"
<input checked="" type="checkbox"/> 3 Rechazado El trabajo NO puede proceder	

La aprobación de estos documentos por parte de Mierco Las Bambas S.A. y sus consultores es de carácter administrativo, el contenido técnico de este documento es de exclusiva responsabilidad del Contratista.



INGENIERIA COMPLEMENTARIA
“OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD
DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA LA PLANTA MOLY”

MEMORIA DE CÁLCULO

CIMENTACIÓN ZONA DE DESCARGA

CIVIL

LP12311F-0370-0410-MCA-00002

LAS BAMBAS - PROJECT DELIVERY

REV.	POR	REVISADO	EMITIDO PARA	FECHA	CHK'D
A	J. Gómez	F. Aburto	Revisión Interna	01-Abr-21	
B	J. Gómez	F. Aburto	Revisión del Cliente	22-Abr-21	

Comentarios:

Fuente: Gocom Perú sac

Tabla 19

Metrado civil, concreto estructural, encofrado y acero

2.4.1	Concreto f'c = 10 MPa + 25% de P.M. para calzaduras	m3	6,972	6,040	0,000	No reporta avance	PENDIENTE METRADO	60,350
2.4.2	Concreto f'c = 10 MPa + 25% de P.M. para sub-zapatas	m3	14,490	18,905	0,000	No reporta avance	PENDIENTE METRADO	60,350
2.4.3	Concreto f'c = 10 MPa para solados	m3	21,441	20,418	90,000	Mayor Metrado		16,859
2.4.4	Concreto f'c = 28 MPa para escaleras	m3	0,407	0,520	0,640	Mayor Metrado		52,370
2.4.5	Concreto de Relleno Fluido	m3	25,000		203,030	Partida Opcional, no hay metrado inicial. Mayor Metrado	PENDIENTE METRADO	49,100
2.5	Concreto armado (**)							
2.5.1	Suministro y colocación de concreto f'c = 28 MPa para cimentaciones	m3	146,969	139,995	192,840	Mayor Metrado		167,555
2.5.2	Suministro y colocación de concreto f'c = 28 MPa para pedestales	m3	136,017	129,577	161,280	Mayor Metrado		9,134
2.5.3	Suministro y colocación de concreto f'c = 28 MPa para muros	m3	81,806	77,906	5,040			70,190
2.5.4	Suministro y colocación de concreto f'c = 28 MPa para losas	m3	10,217	8,940	109,110	Mayor Metrado		105,972
2.5.6	Suministro y colocación de concreto f'c = 28 MPa para sardineles	m3	1,869	1,776	1,610			PENDIENTE METRADO
2.5.7	Encofrado y desencofrado de calzaduras	m2	8,360	7,600	0,000	No reporta avance		27,780
2.5.8	Encofrado y desencofrado de cimentaciones	m2	76,722	73,060	76,720			PENDIENTE METRADO
2.5.9	Encofrado y desencofrado de pedestales	m2	309,908	295,070	337,260	Mayor Metrado		25,330
2.5.10	Encofrado y desencofrado de muros	m2	545,370	519,400	545,180			PENDIENTE METRADO
2.5.11	Encofrado y desencofrado de sardineles	m2	18,648	17,760	18,480			PENDIENTE METRADO
2.5.12	Encofrado y desencofrado de escaleras	m2	2,134	1,940	2,200	Mayor Metrado		25,330
2.5.13	Acero de refuerzo ASTM A615 Grado 60 para cimentaciones	kg	13774,404	15470,950	16645,230	Mayor Metrado		2,990
2.5.14	Acero de refuerzo ASTM A615 Grado 60 para pedestales	kg	10596,747	10110,494	12564,410	Mayor Metrado		2,960
2.5.15	Acero de refuerzo ASTM A615 Grado 60 para muros	kg	10473,131	11104,183	12545,630	Mayor Metrado		2,990
2.5.16	Acero de refuerzo ASTM A615 Grado 60 para losas	kg	528,276	577,630	631,450	Mayor Metrado		3,000
2.5.17	Acero de refuerzo ASTM A615 Grado 60 para sardineles	kg	121,905	116,032	121,830			PENDIENTE METRADO
2.6	Pernos de Anclaje							
2.6.1	Pernos de anclaje A307 F = 7/8", L=490 mm	und	16,000	16,000	16,000			PENDIENTE METRADO
2.6.2	Pernos de anclaje A307 F = 3/4", L=460 mm	und	32,000	32,000	32,000			PENDIENTE METRADO
2.6.3	Pernos de anclaje A307 F = 3/4", L=490 mm	und	152,000	140,000	116,000			PENDIENTE METRADO
2.6.4	Pernos de anclaje A307 F = 5/8", L=580 mm	und	16,000	16,000	10,000			PENDIENTE METRADO
2.6.5	Pernos de anclaje A307 F = 1 3/4", L=1600 mm	und	16,000	16,000	16,000			PENDIENTE METRADO
2.6.6	Pernos post instalados tipo HAS F = 5/8" con anclaje químico hiti RE-500	und	4,000		Cambio dimensiones	0,000	No reporta avance	PENDIENTE METRADO

Fuente: Gocom Perú sac

Tabla 20

Metrado de piping y accesorios

Item	Clase	Código	Descripción	Tamaño	Unidad	Cantidad	Comentarios	Paro
29	CIC2A	PG0C22V0F	Gasket Insulation V4, Phenolic, 15M Flanged Face Type F, Oil Sevens & Washers	7"	EA	1.0	Acero al Carbono	6.2.5
30	CIC2A	PG0C22V0F	Gasket Insulation V4, Phenolic, 15M Flanged Face Type F, Oil Sevens & Washers	4"	EA	2.0	Acero al Carbono	6.7.6
113	S1E1B	PG0C22V0F	Gasket Insulation V4, Phenolic, 15M Flanged Face Type F, Oil Sevens & Washers	7"	EA	6.0	Acero Inox	6.3.3
114	S1E1B	PG0C22V0F	Gasket Insulation V4, Phenolic, 15M Flanged Face Type F, Oil Sevens & Washers	7"	EA	1.0	Acero Inox	6.3.4
115	S1E1B	PG0C22V0F	Gasket Insulation V4, Phenolic, 15M Flanged Face Type F, Oil Sevens & Washers	4"	EA	2.0	Acero Inox	6.3.5
116	S1E1B	PG0C22V0F	Gasket Insulation V4, Phenolic, 15M Flanged Face Type F, Oil Sevens & Washers	8"	EA	1.0	Acero Inox	6.3.6

Clase	Código	Descripción	Tamaño	Unidad	Cantidad	LUNA	P&ID
G1E1A	PF1TG2N01Q	Threaded, A105, CL3000	3"x2"	EA	1.0	3"-0370-WR-03558-G1E1A-WIE	UP123118-0370-0460-PID-00001_1
G1E1A	PPPH020372	Pipe AS3-B-E StdWt ERW BE MNPT B36.10	3"	m	2.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPFH021019	SO Flg. A105, CL150, RF, SntF, B16.5	3"	EA	4.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PGGCG1167	GASKET NON ASBESTOS, NBR, RF CLASS 150, 1/16" THICK	3"	EA	4.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPQNG5051A	El - 90, LR, BW, A234-WPB, StdWt	3"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PFCTG30526	Te, BW, A234-WPB, StdWt	3"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPPH020372	Pipe AS3-B-E StdWt ERW BE MNPT B36.10	3"	m	1.6	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPFH021019	SO Flg. A105, CL150, RF, SntF, B16.5	3"	EA	2.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PGGCG1167	GASKET NON ASBESTOS, NBR, RF CLASS 150, 1/16" THICK	3"	EA	2.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPQNG5051A	El - 90, LR, BW, A234-WPB, StdWt	3"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPPH020372	Pipe AS3-B-E StdWt ERW BE MNPT B36.10	3"	m	5.5	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPFH021019	SO Flg. A105, CL150, RF, SntF, B16.5	3"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PGGCG1167	GASKET NON ASBESTOS, NBR, RF CLASS 150, 1/16" THICK	3"	EA	2.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPQNG5051A	El - 90, LR, BW, A234-WPB, StdWt	3"	EA	4.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PF1TG2N01Q	Threaded, A105, CL3000	3"x2"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPPH020372	Pipe AS3-B-E StdWt ERW BE MNPT B36.10	3"	m	14.5	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPFH021019	SO Flg. A105, CL150, RF, SntF, B16.5	3"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PGGCG1167	GASKET NON ASBESTOS, NBR, RF CLASS 150, 1/16" THICK	3"	EA	2.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPQNG5051A	El - 90, LR, BW, A234-WPB, StdWt	3"	EA	5.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PPFH021019	SO Flg. A105, CL150, RF, SntF, B16.5	3"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1
G1E1A	PF1TG2N01Q	Threaded, A105, CL3000	3"x2"	EA	1.0	3"-0370-AI-03574-G1E1A-AI	UP123118-0370-0460-PID-00006_1

Fuente: Gocom Perú sac

Figura 58. Imagen de formato de anexo 10 de manejo de tareas seguras

ANEJO 10: TABLERO DE CONTROL DE MANEJO DE TAREAS SEGURAS								
Gocom PERU SAC		OT - TOPOGRAFIA		PROGRAMACION PARA EL DIA:		20/08/2021		
SUPERINTENDENCIA:		Planta		VALIDADO POR:		Cristian Suarez Camacho		
ELABORADO POR:		Cristian Suarez Camacho		TURNO:		DIA		
Descripción de la Planificación de la Tarea (Día / Noche)	Las Bombas / SSEE	Superior Directo	Tareas específicas de Trabajo	Número de Personas	NIVEL DE RIESGO PLM (Según IPEC)	R / NR	Actividades de Alto Riesgo involucradas (ARA)	Observaciones
Lazo, replanteo, alineamiento y nivelación de soporte 12 y 14 en pipe rack existente, para apoyo de tuberías nuevas.	GOCOM	Cristian Suarez	Planta Moly	2	Bajo	R (Rutina)	Riesgo de Tropiezos, caídas y exposición a químicos	Uso de Epps específicos para realizar la tarea.
Nivelación de pernos de anclaje de pedestales dentro de losa tanque Nash	GOCOM	Cristian Suarez	Planta Moly	2	Medio	R (Rutina)	Riesgo de Tropiezos	Uso de Epps específicos para realizar la tarea.
Control topografico de dimensionamiento y nuevas en hecho de tanque Nash	GOCOM	Cristian Suarez	Planta Moly	2	Bajo	R (Rutina)	Riesgo de Tropiezos	Uso de Epps específicos para realizar la tarea.
Control de redondeo y verticalidad de montaje de primer anillo - tanque Nash	GOCOM	Cristian Suarez	Planta Moly	2	Bajo	R (Rutina)	Riesgo de Tropiezos	Uso de Epps específicos para realizar la tarea.
Replanteo y trazo de eje de Manifold de casco tanque Nash	GOCOM	Cristian Suarez	Planta Moly	2	Bajo	R (Rutina)	Riesgo de Tropiezos	Uso de Epps específicos para realizar la tarea.

Fuente: Gocom Perú sac

Figura 59. Imagen de formato de reporte diario

REPORTE DIARIO							LAC BOMBAS					
CW2251600		Nombre del Proyecto		OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NAHS PARA PLANTA MOLY		Fecha	20/08/2021					
GOCOM		N° de Reporte		1		Turno	DÍA					
						Revisión	0					
D	UBICACIÓN	Día		LISTA DE EQUIPOS	TOTAL EQUIPOS	EQUIPOS EN TALLER	HORAS TRAB	HORAS TALLER	HORAS STANDBY			
		No	JH						Clima	Social	Ciente	Contratista
		3	3	EQUIPOS DE SOPORTE								
	IN SITE	1	1	Estacion total LEICA TS06 1"								
	IN SITE	1	1	Herramientas manuales de medicion								
	DE DESCANSO	1	1	Planos con ultimas revisiones								
	UBICACIÓN											

Fuente: Gocom Perú sac

Figura 60. Imagen de formato de registro de trazo y replanteo

		REGISTRO DE TRAZO Y REPLANTEO				Código formato: LP12311F-0370-F620-REG-00005 Fecha: 14/04/21 Revisión: 0											
CLIENTE: _____ PROYECTO: _____ AREA: _____ CONTRATISTA: _____ ESPECIFICACION: _____ CODIGO: _____				N° SISTEMA: _____ CÓDIGO FACILIDAD: _____ FECHA: _____ N° REGISTRO: _____ PÁGINA: _____ DE _____ PLANOS: _____													
ZONA ESPECIFICA: _____		ACTIVIDAD: <input type="checkbox"/>		ELEMENTO: _____													
INSTRUMENTO DE VERIFICACION (equipo, modelo, precision, No serie.): _____ _____																	
NUMERO DE CERTIFICADO DE CALIBRACION: _____				FECHA DE CALIBRACION: _____													
BM REFERENCIAL (cota y coordenadas): _____																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>CONTRATISTA</th> <th>FECHA</th> <th>MMG</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00005</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								DESCRIPCIÓN	CONTRATISTA	FECHA	MMG	FECHA	00005				
DESCRIPCIÓN	CONTRATISTA	FECHA	MMG	FECHA													
00005																	

Fuente: Gocom Perú sac

Figura 61. Imagen de formato de registro de verificación topográfica

		REGISTRO DE VERIFICACIÓN TOPOGRÁFICA				Código formato: LP12311F-0370-F620-REG-00006 Fecha: 14/04/2021 Revisión: 0	
CLIENTE: _____ PROYECTO: _____ AREA: _____ CONTRATISTA: _____ ESPECIFICACION: _____ CODIGO: _____				N° SISTEMA: _____ CODIGO FACILIDAD: _____ FECHA: _____ N° REGISTRO: _____ PAGINA: _____ DE _____ PLANOS: <input type="checkbox"/>			
DESCRIPCION ESPECIFICA DEL ELEMENTO (s): _____							
ESQUEMA DE REFERENCIA _____							

Fuente: Gocom Perú sac

Figura 62. Imagen de ficha técnica de estación total LEICA ts06 1''



Fuente: Leica Geosystems

Figura 63. Imagen de ficha técnica de estación total LEICA ts06 1''

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Medición de Ángulos (Hz, V)	
Precisión (Desviación estándar ISO17123-3)	1" (0.25gon)
Método	Absoluto, continuo, diametral
Resolución en pantalla	0.1" / 0.1 mgon / 0.01 mil
Compensación	Compensador de cada eje
Precisión Configurable del Compensador	0.5"
Medición de distancia sin Prisma	
Rango / PinPoint R1000	> 1000 m
Precisión	2 mm+2 ppm
Tamaño puntero láser	A 30 m: aprox. 7 x 10 mm A 50 m: aprox. 8 x 20 mm
Medición de distancias a prisma	
Rango Prisma Circular (Leica GPR1)	3.500 m
Rango Diana reflectante (60 mm x 60 mm)	250 m
Precisión	Preciso: 1.5 mm+2.0 ppm Preciso Rápido: 2.0mm+2.0 ppm Tracking: 3.0 mm+2.0 ppm 1.0 s
Tiempo típico de medición	
Almacenamiento Datos/Comunicación	
Memoria interna ampliable	Máx.: 100.000 puntos, Máx.: 60.000 medidas
Interfaz	- Serie (Baudios hasta 115.200) - USB (Eso A y mini B) - Bluetooth® Inalámbrico, clase 1.150 m - > 1000 m (con TCP259)
Formato de datos	CSV / DXF / LandXML / ASCII definible por usuario
Leica One de Repuesto (EOL)	
Rango de trabajo (condiciones atmosféricas promedio)	0 m - 150 m
Precisión de Posicionamiento	5 cm a 100 m
Objetivo	
Aumentos	30X
Resolución	3"
Campo de Visión	1° 30' (1.65 gon)
Rango de Enfoque	2.7 m a 100 m
Retículo	1.7 m a infinito
Iluminado	Illuminado, 10 niveles de brillo
Teclado y Pantalla	
Teclado y Pantalla	Teclado Alfanumérico completo Con pantalla Blanco & Negro de Alta resolución, Gráficos, 160 x 288 píxeles, Iluminación de pantalla, 5 niveles de brillo, CD, CI
Posiciones	
Sistema Operativo	5.0 Core
Windows CE	
Piomada Láser	
Tipo	Puntero Láser, 5 niveles de brillo
Precisión de centrado	1.5 mm a 1.5 m Altura de Instrumento
Batería	
Tipo	Ion-Li
Autonomía de trabajo	aprox. 30 horas
Peso	
Estación Total incluyendo GEB211 y base nivelante	5.1 kg
Parámetros Ambientales	
Temperatura de Trabajo	-20° C a +50° C / (-4° F a +122° F) Versión Ártica: -30° C a 50° C / (-31° F a +122° F)
Polvo / Agua (IEC 60529) Humedad	IP55, 95%, sin condensación
Software Interno FlexField	
Aplicaciones Incluidas	Topografía, Replanteo, Estacionamiento, Inversa, Inversa Local, Inversa Helix, Orientación (Ángulos & Coordenadas), Transferencia de Cota, Área (Plano & Fachada), MET Cálculo de Volumen, Distancia entre puntos (MLM), Altura Remota, Puntos ocultos, Comprobación de Orientación, Offset, Línea de Referencia, Arco de Referencia, Plano de Referencia, COGO, Carreteras 2D
Aplicaciones Extra:	Carreteras 3D, Poligonal Opcional

Fuente: Leica Geosystems

Figura 64. Imagen de ficha técnica de nivel automático ATG2

AUTONIVEL
SERIE AT-G

RUC N° 20573830203



La serie AT-G tiene un producto que cumple con todas las aplicaciones de nivel posibles

Los más nuevos niveles automáticos de Topcon diseñados para ingeniería y construcción son más modernos y compactos que nunca: Son livianos, para fácil transporte y su telescopio completamente a prueba de agua, es efectivo para toda clase de mediciones en clima húmedo

Fuente: Topcon

Figura 65. Imagen de ficha técnica de nivel automático ATG2

ESPECIFICACIONES

ITEM / MODELO	AT-G1	ATG2/ G2A	AT-G3	AT-G4	AT-G6	AT-G7
Telescopio						
Longitud (mm/ pul.)	229/ 9	229/ 9	230/ 9	192/ 7.7	193/ 7.7	204/ 8
Imagen	Derecha	Derecha	Derecha	Derecha	Derecha	Derecha
Ampliación	32X	32X	30X	26X	24X	22X
Lentes objetivos (mm/ pul.)	45/ 1.8	45/ 1.8	40/ 1.6	30/ 1.2	30/ 1.2	30/ 1.2
Brillo relativo	1.98	1.98	1.78	1.33	1.56	1.86
Campo de visión	1°20'	1°20'	1°30'	1°30'	1°30'	1°30'
Poder de resolución	2.5"	2.5"	3.0"	3.5"	4.0"	4.0"
Enfoque mínimo (m/ ft.)	1.0/ 3.2	1.0/ 3.2	0.5/ 1.6	0.5/ 1.6	0.5/ 1.6	0.9/ 2.9
Estadía constante (m)	0	0	0	0	0	0.1
Radio de Estadía	100	100	100	100	100	100
Nivel Circular						
Sensibilidad (/ 2mm)	8'	8'	8'	8'	8'	10'
Nivelación Automática						
Precisión de ajuste	±0.3"	±0.3"	±0.3"	±0.3"	±0.3"	±0.5"
Rango de compensación	±15'	±15'	±15'	±15'	±15'	±10'
Precisión de 1 Km. de nivelación de doble recorrido						
Sin micrómetro óptico	±0.7	±0.7	±1.5	±2.0	±2.0	±2.5
Con micrómetro óptico	±0.4	±0.4	±1.0	-	-	-
Círculo horizontal						
Diámetro (mm/ pul.)	90/ 3.5	117/ 4.7	117/ 4.7	117/ 4.7	117/ 4.7	102/ 4.0
División mínima	10'(0.1g)	1°(1g)	1°(1g)	1°(1g)	1°(1g)	1°(1g)
Peso						
Instrumento (Kgs/ lbs)	2.1/ 4.6	1.8/ 4.1	1.8/ 4.1	1.6/ 3.5	1.6/ 3.5	1.2/ 2.6
Caja de plástico	1.3/ 2.9	1.3/ 2.9	1.3/ 2.9	1.3/ 2.9	1.2/ 2.6	

Fuente: Topcon

Figura 66. Imagen de certificado de calibración de estación total LEICA ts06 1''

SERVICIOS DE INGENIERIA PARA LA CONSTRUCCION – TOPOGRAFIA –
VENTA – ALQUILER – REPARACION – MANTENIMIENTO DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS,
GEODESICOS Y DE EXPLORACION



Global SIC
Servicios de ingeniería para la construcción
GlobalSIC S.A.C.
Calle Porta 170
Miraflores, Lima (Perú)
Teléfono (+51) 917 866 514
comercial@globalsic.com
R.U.C. 20555591714

Certificado de Calibración

Mantenimiento general	Reparación	Calibración	Garantía	Nuevo
-----------------------	------------	-------------	----------	-------

CLIENTE: TOP&CON S.R.L.
RUC: 20573830203
DIRECCION: Av. Los Libertadores # 520
Huancayo - Perú

Nº INFORME: 3523
EQUIPO: LEICA
MÓDELO: TS06 PLUS 1''
Nº SERIE: 1407961

Global SIC S.A.C. certifica que el equipo topográfico descrito cumple con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN18723)

Fecha de calibración:	29/06/2021
Fecha de vencimiento:	29/12/2021

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO:

Equipo:	Modelo:	Serie:
COLIMADORES	TOPCON	ZW7488

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION:

Por medio del cierre angular en directa y en tránsito con el enfoque al infinito a través de un set de colimadores

RESULTADOS:

Las siguientes medidas angulares son resultado de un promedio de lecturas:

Valor de Patrón	Valor Obtenido:	Precisión Angular:	Error Medido:
VR:360° 00' 00" "	360° 00' 00"	1"	0"
HZ:360° 00' 00" "	360° 00' 00"	1"	0"

CERTIFICADO POR: Ing. Javier Galipienzo Morales Supervisor de Laboratorio	FIRMA: 	FECHA DE EMISION: 29/06/2021
--	--	--

GlobalSIC S.A.C. Calle Porta 170
Miraflores, Lima (PERU)
Teléfono (+51) 917 866 514
comercial@globalsic.com







Certificación

Página | 1

Fuente: Propia

Figura 67. Imagen de certificado de calibración de nivel automático ATG2

SERVICIOS DE INGENIERIA PARA LA CONSTRUCCION – TOPOGRAFIA –
 VENTA – ALQUILER – REPARACION – MATENIMIENTO DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS,
 GEODESICOS Y DE EXPLORACION



Global SIC
Servicios de ingeniería para la construcción
 GlobalSIC S.A.C.
 Calle Porta 170
 Miraflores, Lima (Perú)
 Teléfono (+51) 917 866 514
comercial@globalsic.com
 R.U.C. 20555591714

Certificado de Calibración

Mantenimiento general	Reparación	Calibración	Garantía	Nuevo
-----------------------	------------	--------------------	----------	-------

CLIENTE: **TOP&CON S.R.L.**
RUC: 20573830203
DIRECCION: Av. Los Libertadores # 520
 Huancayo - Perú

Nº INFORME: 3669
EQUIPO: TOPCON
MODELO: AT-G2
Nº SERIE: TG1800

Global SIC S.A.C. certifica que el equipo topográfico descrito cumple con las especificaciones técnicas de fábrica y los estándares internacionales establecidos (DIN18723)

Fecha de calibración:	10/09/2021
Fecha de vencimiento:	10/03/2022

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO:

Equipo:	Modelo:	Precisión:
COLIMADORES	AT-G1 TOPCON	+/- 0.3 mm nivelacion doble de 1 km

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES:

Para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original TOPCON con telescopio de 32x en cuyo reticulo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01", que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM 2A precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa y referendado con un nivel automático TOPCON modelo ATG 1 de precisión +/- 0.3 mm nivelacion doble 1km.

RESULTADOS:

Las siguientes medidas angulares son resultado de un promedio de lecturas:

Distancia	Lectura de Instrumento	Lectura Instrumento	Contrastado	Diferencia
Porcentaje de error: +/- 0.001%				

CERTIFICADO POR: Ing. Javier Galipienzo Morales Supervisor de Laboratorio	FIRMA: 	FECHA DE EMISION: 10/09/2021
--	--	--

GlobalSIC S.A.C. Calle Porta 170
 Miraflores, Lima (PERU)
 Teléfono (+51) 917 866 514
comercial@globalsic.com







Certificación

Página | 1

Fuente: Propia

Figura 68. Imagen de certificado de calibración de patrones colimadores

SERVICIOS DE INGENIERIA PARA LA CONSTRUCCION – TOPOGRAFIA –
VENTA – ALQUILER – REPARACION – MATENIMIENTO DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS,
GEODESICOS Y DE EXPLORACION



Global SIC
Servicios de ingeniería para la construcción

GlobalSIC S.A.C.
Calle Porta 170
Miraflores, Lima (Perú)
Teléfono (+51) 917 866 514
comercial@globalsic.com
R.U.C. 20555591714

Certificado de Calibración Patrones colimadores

		OK		
Mantenimiento general	Reparación	Calibración	Garantía	Nuevo

<p>CLIENTE: TOP&CON S.R.L. RUC: 20573830203 DIRECCION: Av. Los Libertadores # 520 Huancayo - Perú</p>	<p>Nº INFORME: 3524 EQUIPO: LEICA MODELO: TS06 PLUS 1" Nº SERIE: 1407961</p>
--	--

Sistema de auto colimación con un Teodolito Mecánico Kern DKM2A con serie 74596 con

precisión al 1", se respalda en que los equipos de este tipo manejan un sistema de lectura por el cual eliminamos el error de descentrado de círculo. Por lo siguiente al hacer las mediciones de ángulo vertical directa – inversa nos garantizan por su construcción la precisión de 1/2" utilizando la referencia de sus trazos reticulares que tienen un grosor de trazos enfocados al infinito de ±1/2", con este sistema generamos los patrones para nuestros colimadores de control y ajuste, esta etapa compete a lo que es niveles de ingeniero, teodolitos y estaciones totales en lo que respecta mediciones angulares.

Para las distancias se utilizo una Estación Total TOPCON GPT-7501 con seri: 7Y0502 esta calibrada y ajustada para usarla como patrón para establecer nuestros puntos de base de control con una precisión de ± (2 mm + 2 ppm x D) m.s.e. = línea de base medida.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL COLIMADOR SEGÚN EL FABRICANTE

Telescopio Imagen Directa:	Enfoque al infinito	Telescopios: 4 Unidades
Tipo de vista:	Directa - Inversa	Grosor de líneas: -1"

NORMA APLICADA

Desviación estándar basada en la norma ISO 17123 Y DIN 18723 para Colimador TOPCON fabricada por TOPCON CORPORATION

CERTIFICADO POR:	FIRMA:	FECHA DE EMISION:
Ing. Javier Galipienzo Morales Supervisor de Laboratorio		29/06/2021

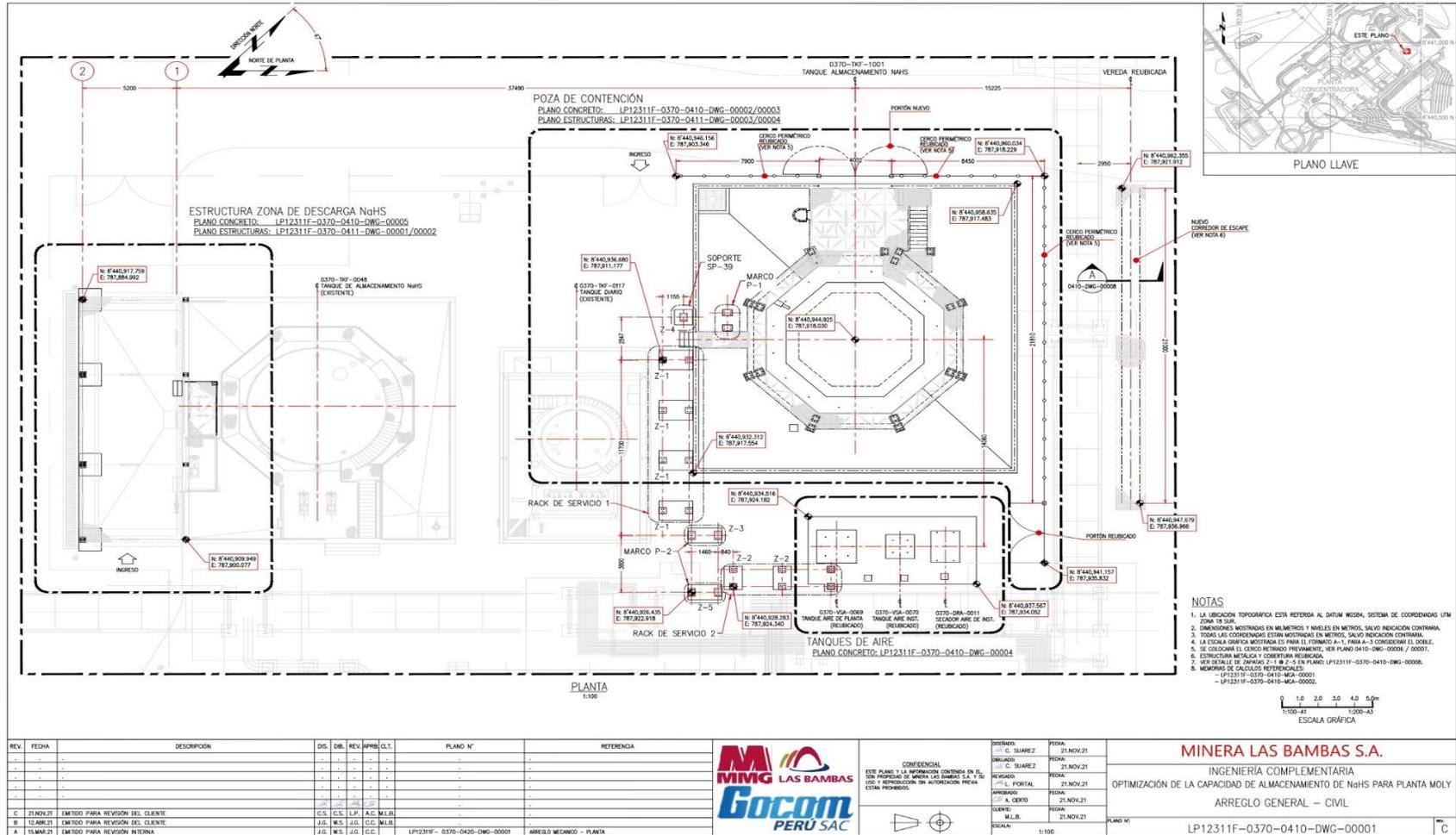
GlobalSIC S.A.C. Calle Porta 170
Miraflores, Lima (PERU)
Teléfono (+51) 917 866 514
Página | 01



Fuente: Propia

PLANOS

ARREGLO GENERAL - CIVIL



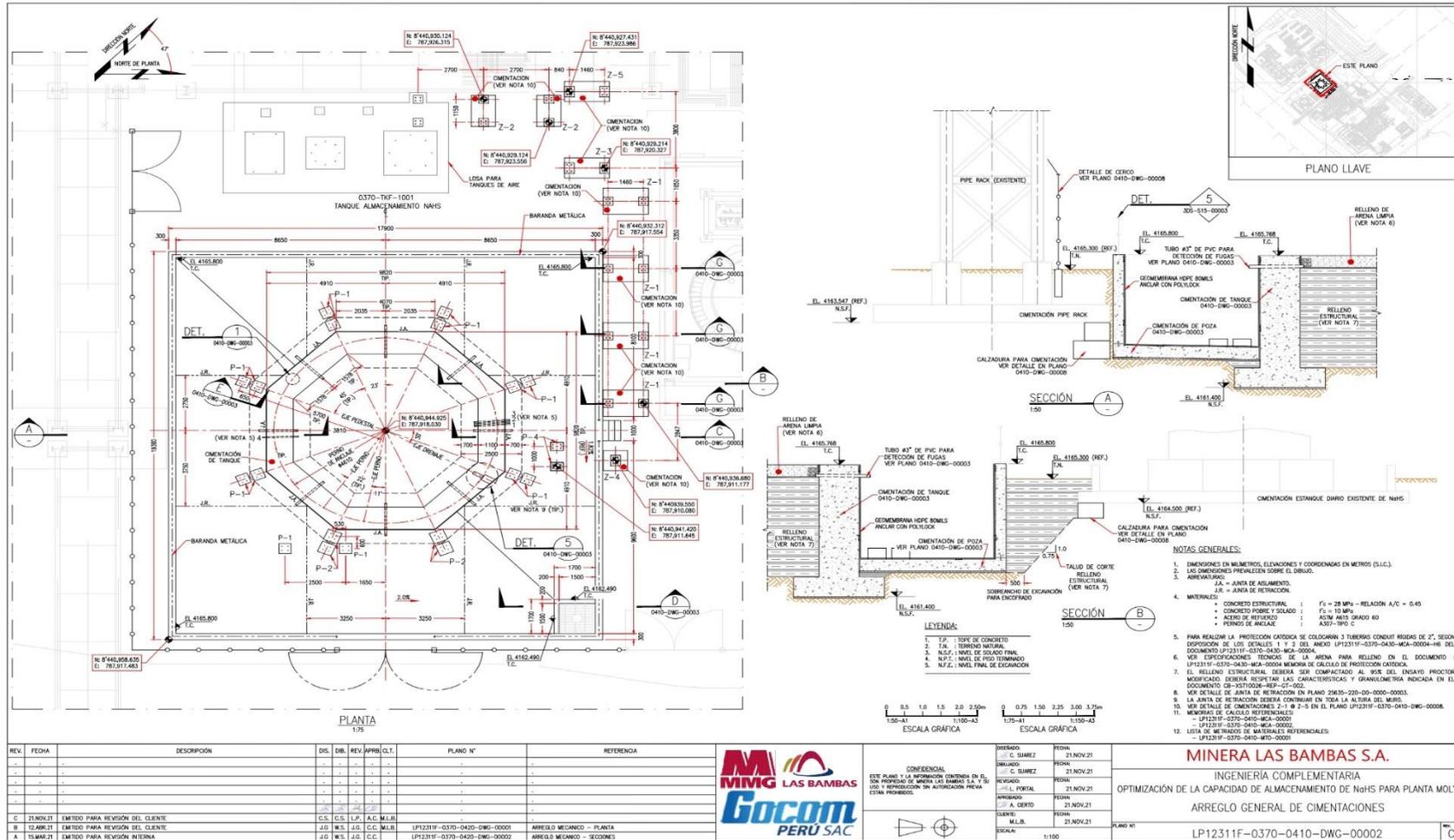
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIR.	REV.	APRUE.	CLT.	PLANO N°	REFERENCIA
C	21.NOV.21	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	C.S.	C.S.	L.P.	A.C.	M.L.B.		
B	12.ABR.21	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	J.G.	M.S.	J.G.	C.C.	M.L.B.		
A	15.MAR.21	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	J.G.	M.S.	J.G.	C.C.		LP12311F-0370-0410-DWG-00001	ARREGLO MECÁNICO - PLANTA



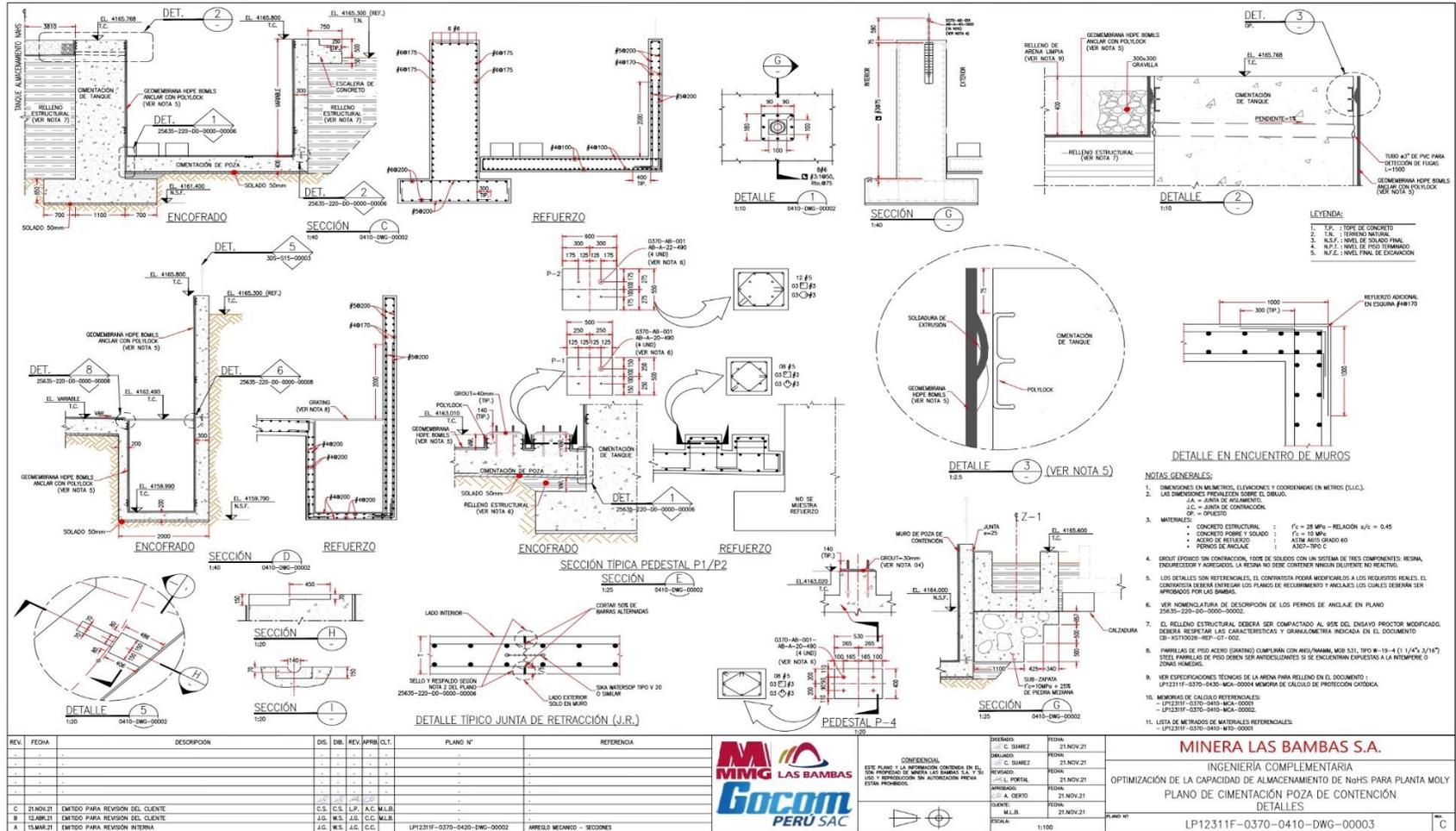
CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL MISMO SON PROPIEDAD DE MINERA LAS BAMBAS S.A. Y SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA ESTÁN PROHIBIDOS.

DISEÑADO: C. SIAREZ	FECHA: 21.NOV.21	MINERA LAS BAMBAS S.A. INGENIERÍA COMPLEMENTARIA OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA PLANTA MOLY ARREGLO GENERAL - CIVIL
REVISADO: C. SIAREZ	FECHA: 21.NOV.21	
REVISADO: A. CERDÓ	FECHA: 21.NOV.21	
APROBADO: M.L.B.	FECHA: 21.NOV.21	
ESCALA: 1:100	PLANO N°: LP12311F-0370-0410-DWG-00001	

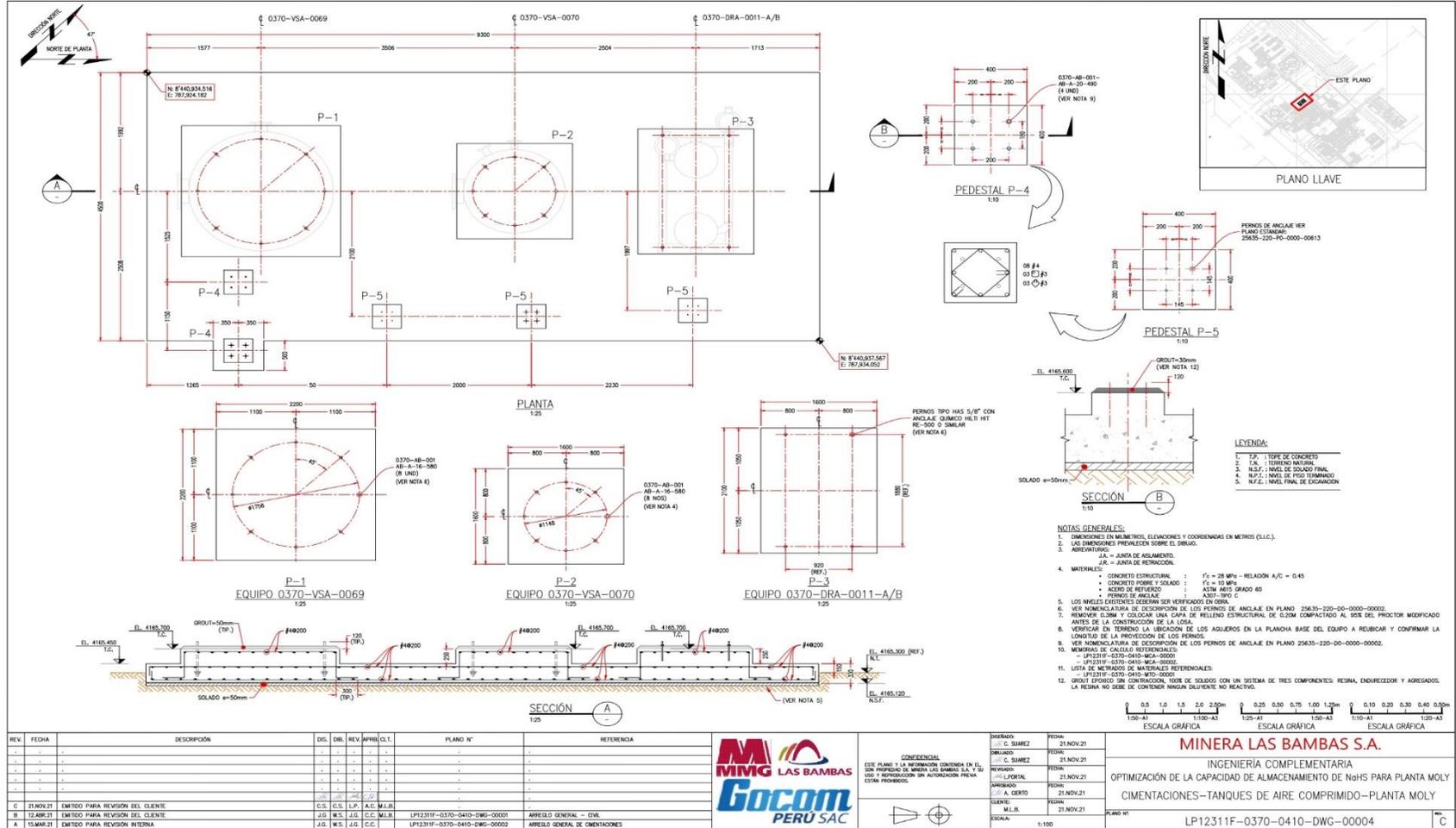
ARREGLO GENERAL DE CIMENTACIONES



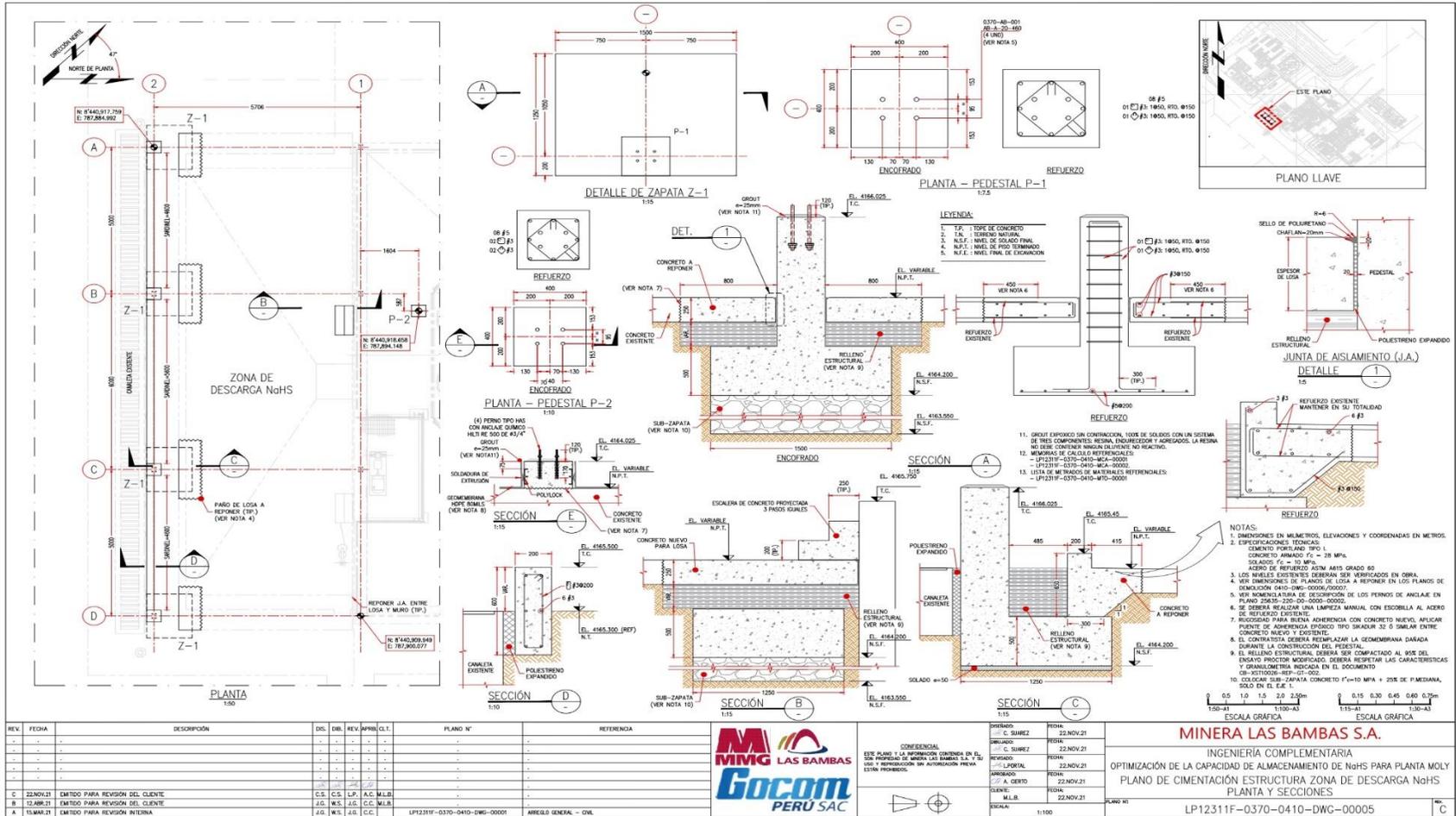
PLANO DE CIMENTACIÓN – POZA DE CONTENCIÓN - DETALLES



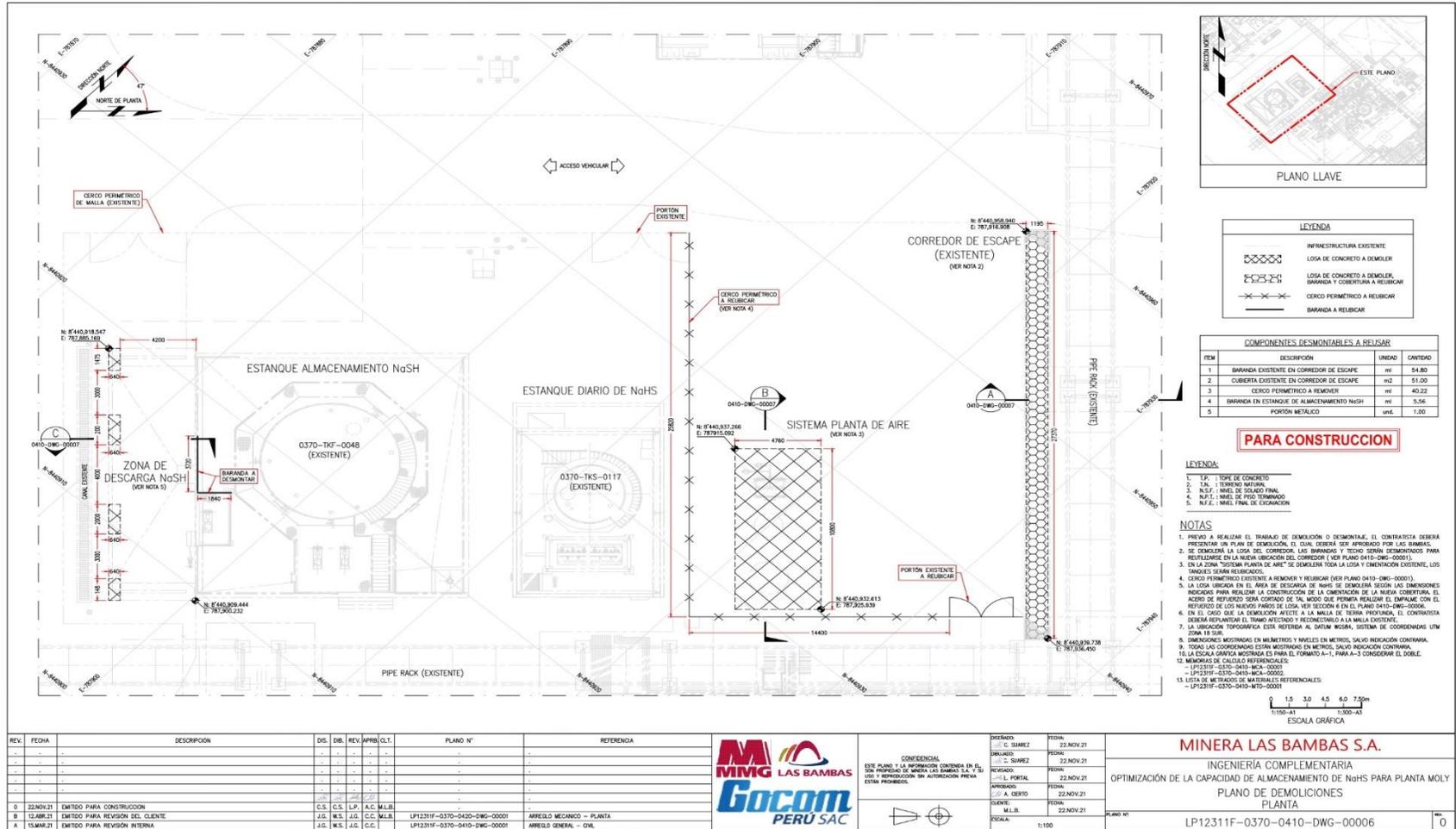
CIMENTACIONES – TANQUES DE AIRE COMPRIMIDO – PLANTA MOLY



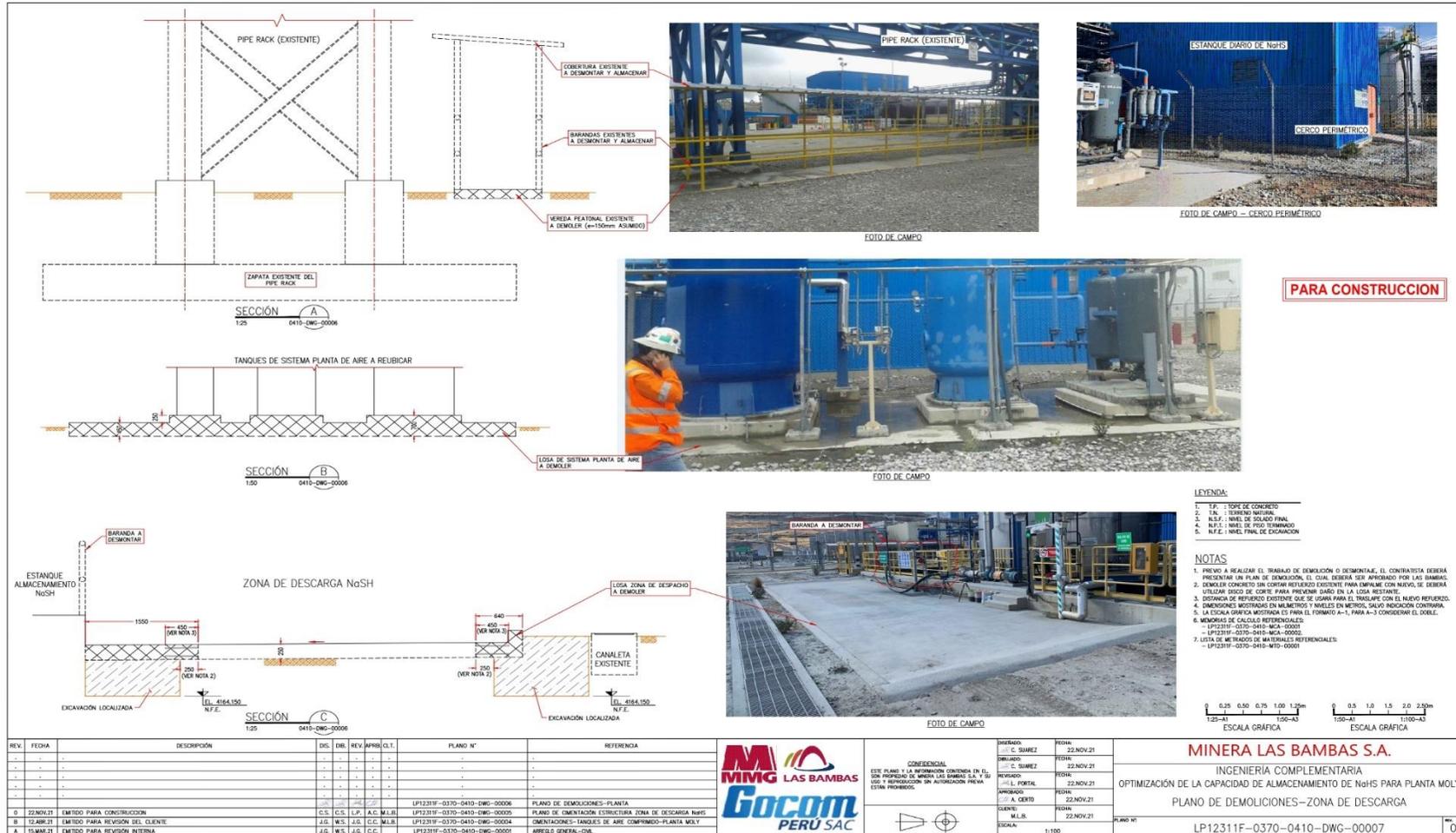
PLANO DE CIMENTACIÓN – ESTRUCTURA ZONA DE DESCARGA NaHS – PLANTA Y SECCIONES



PLANO DE DEMOLICIONES – PLANTA



PLANO DE DEMOLICIONES – ZONA DE DESCARGA



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DI.	REV.	APR.	CLT.	PLANO N°	REFERENCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	22.NOV.21	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.S.	C.S.	L.P.	A.C.	M.L.R.	LP12311F-0370-0410-DWG-00006	PLANO DE DEMOLICIONES-PLANTA
B	12.ABR.21	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	J.G.	M.S.	J.G.	C.C.	M.L.R.	LP12311F-0370-0410-DWG-00005	PLANO DE OBTENCIÓN ESTRUCTURA ZONA DE DESCARGA NaHS
A	15.MAR.21	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	J.G.	M.S.	J.G.	C.C.	M.L.R.	LP12311F-0370-0410-DWG-00004	DEMOLICIONES-TANQUES DE AIRE COMPRESO-PLANTA MOLY
			J.G.	M.S.	J.G.	C.C.	M.L.R.	LP12311F-0370-0410-DWG-00001	ARREGLO GENERAL-CIVIL



ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL MISMO SON PROPIEDAD DE MINERVA LAS BAMBAS S.A. Y SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA ESTÁN PROHIBIDOS.

CONFIDENCIAL

PROYECTO: OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA PLANTA MOLY

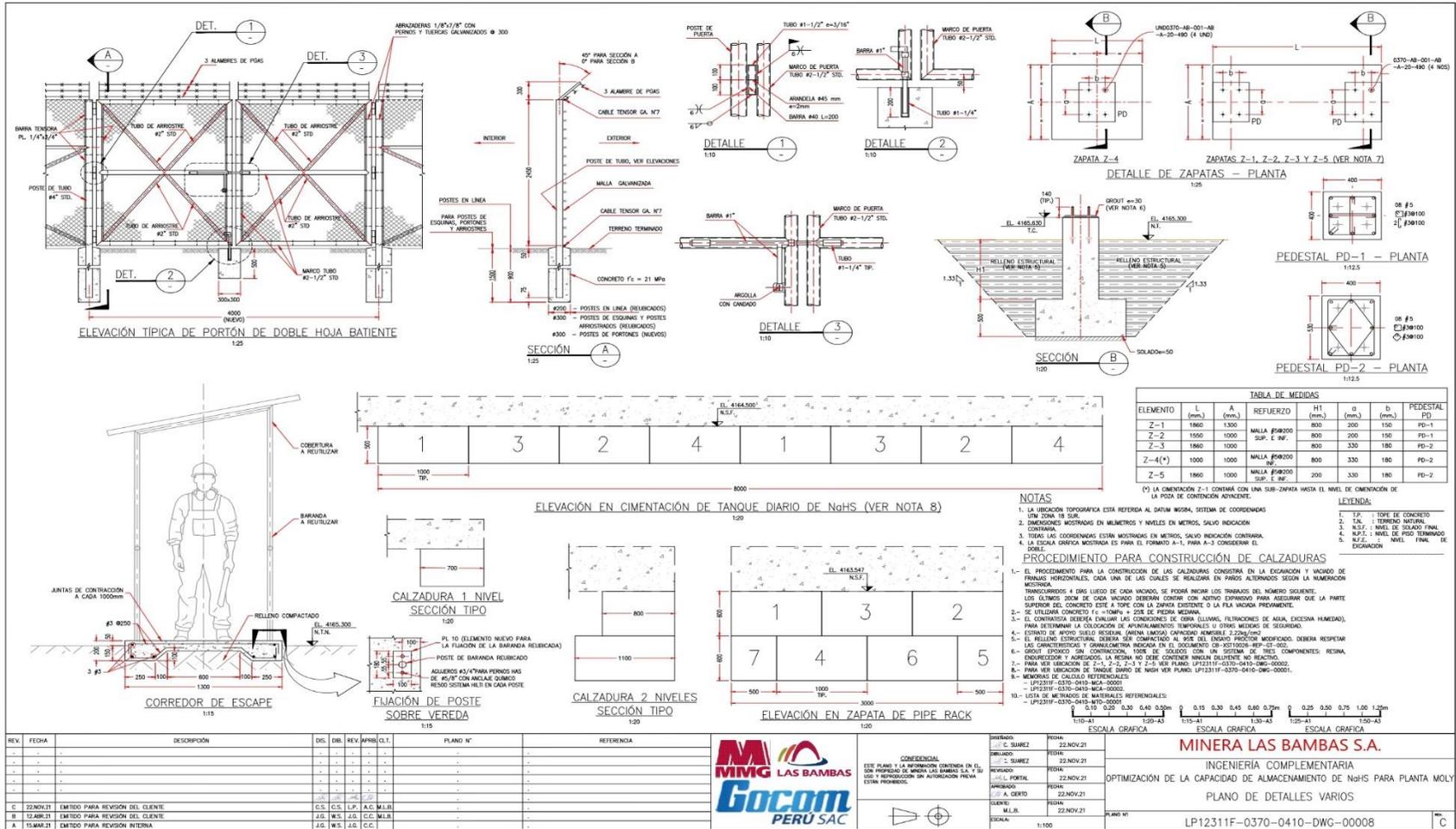
PLANO N°: LP12311F-0370-0410-DWG-00007

ESCALA: 1:100

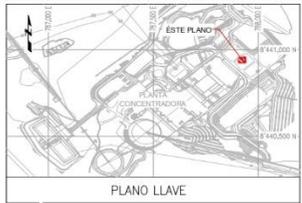
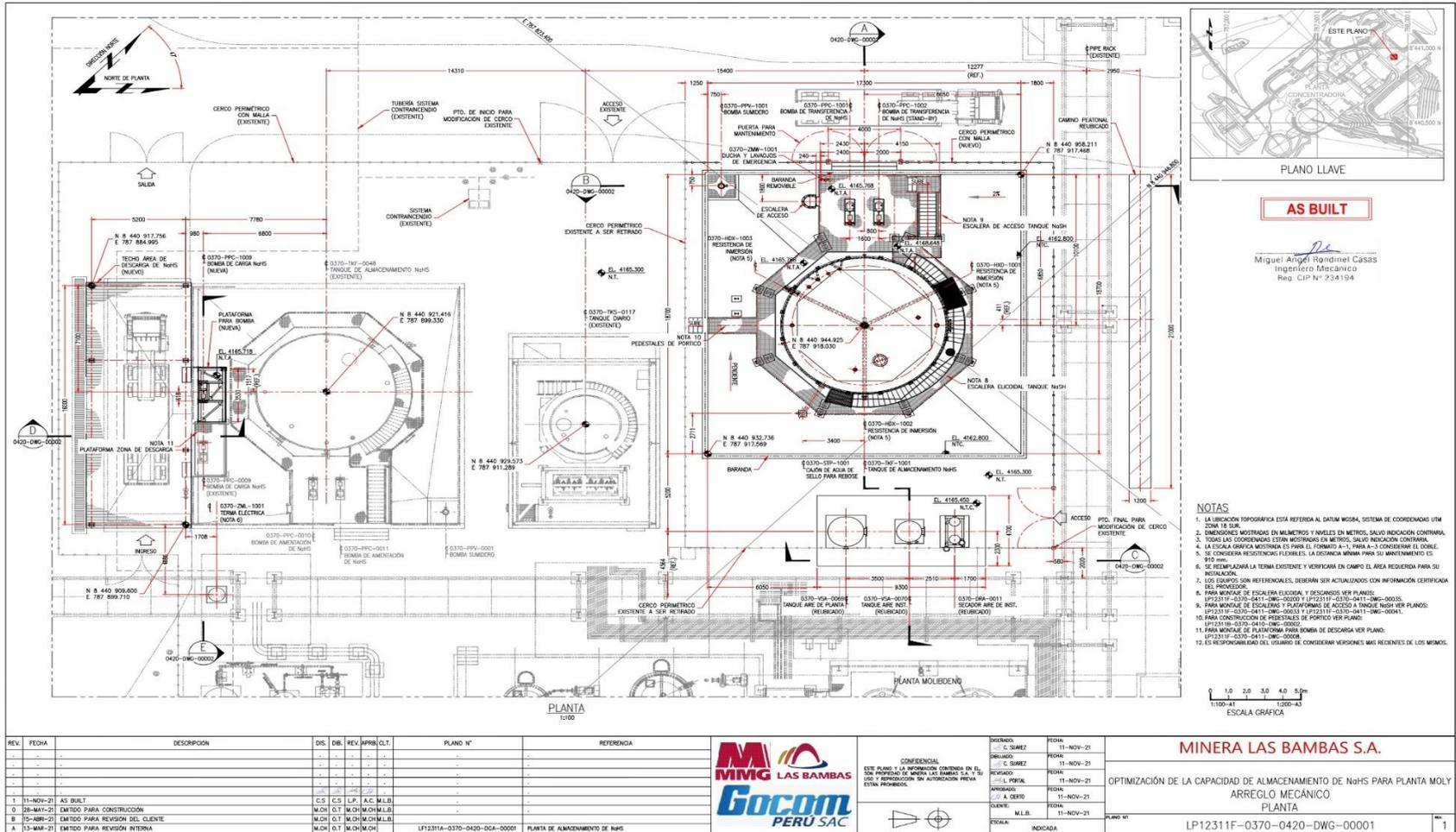
ELABORADO:	FECHA:	REVISADO:	FECHA:	APROBADO:	FECHA:	SERIE:	FECHA:	PLANO N°:
C. SUAREZ	22.NOV.21	C. SUAREZ	22.NOV.21	A. GENTO	22.NOV.21	M.L.R.	22.NOV.21	LP12311F-0370-0410-DWG-00007

MINERVA LAS BAMBAS S.A.
INGENIERÍA COMPLEMENTARIA
OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA PLANTA MOLY
PLANO DE DEMOLICIONES-ZONA DE DESCARGA

PLANO DE DETALLES – VARIOS



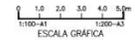
ARREGLO MECÁNICO – PLANTA



AS BUILT

Miguel Ángel Rondinel Casas
Ingeniero Mecánico
Reg. CIP N° 23194

- NOTAS**
1. LA UBICACIÓN TOPOGRÁFICA ESTÁ REFERIDA AL DATUM WGS84, SISTEMA DE COORDENADAS UTM ZONA 18 SUR.
 2. DIMENSIONES MOSTRADAS EN NÚMEROS Y PUNTEOS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
 3. TODAS LAS COORDENADAS ESTÁN MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
 4. LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERE EL DOBLE.
 5. SE CONSIDERARÁ RESISTENCIAS FLEXIBLES, LA DISTANCIA MÍNIMA PARA SU MANTENIMIENTO ES 910 MM.
 6. SE REEMPLAZARÁ LA TERMA EXISTENTE Y VERIFICARÁ EN CAMPO EL ÁREA REQUERIDA PARA SU INSTALACIÓN.
 7. LOS EQUIPOS SON REFERENCIALES, DEBERÁN SER ACTUALIZADOS CON INFORMACIÓN CERTIFICADA DEL PROVEEDOR.
 8. PARA MONTAJE DE ESCALERA ELÉCTRICA Y DESCANSOS VER PLANOS: LP12311F-0370-0411-DWG-0000 Y LP12311F-0370-0411-DWG-0003.
 9. PARA MONTAJE DE ESCALERAS Y PLATAFORMAS DE ACCESO A TANQUE NOSH VER PLANOS: LP12311F-0370-0411-DWG-0003 Y LP12311F-0370-0411-DWG-0004.
 10. PARA CONSTRUCCIÓN DE PEDESTALES DE PORTICO VER PLANO: LP12311F-0370-0411-DWG-0008.
 11. PARA MONTAJE DE PLATAFORMA PARA BOMBA DE DESCARGA VER PLANO: LP12311F-0370-0411-DWG-0008.
 12. ES RESPONSABILIDAD DEL USUARIO DE CONSIDERAR VERSIONES MÁS RECIENTES DE LOS MÓDULOS.



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLT.	PLANO N°	REFERENCIA
1	11-NOV-21	AS BUILT	C.S.	C.S.	L.P.	A.C.	M.L.B.		
2	25-MAY-21	ENTRTO PARA CONSTRUCCION	M.CH.	O.T.	M.CH.	M.CH.	M.L.B.		
3	15-ABR-21	ENTRTO PARA REVISION DEL CLIENTE	M.CH.	O.T.	M.CH.	M.CH.	M.L.B.		
4	13-MAR-21	ENTRTO PARA REVISION INTERNA	M.CH.	O.T.	M.CH.	M.CH.		LP12311F-0370-0420-DCA-0001	PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE NOSH



REVISADO	FECHA
C. SUAREZ	11-NOV-21
ELABORADO	FECHA
C. SUAREZ	11-NOV-21
REVISADO	FECHA
L. PERAL	11-NOV-21
APROBADO	FECHA
A. CERRO	11-NOV-21
DISEÑO	FECHA
M.L.B.	11-NOV-21
ESCALA	INDICADA

MINERA LAS BAMBAS S.A.

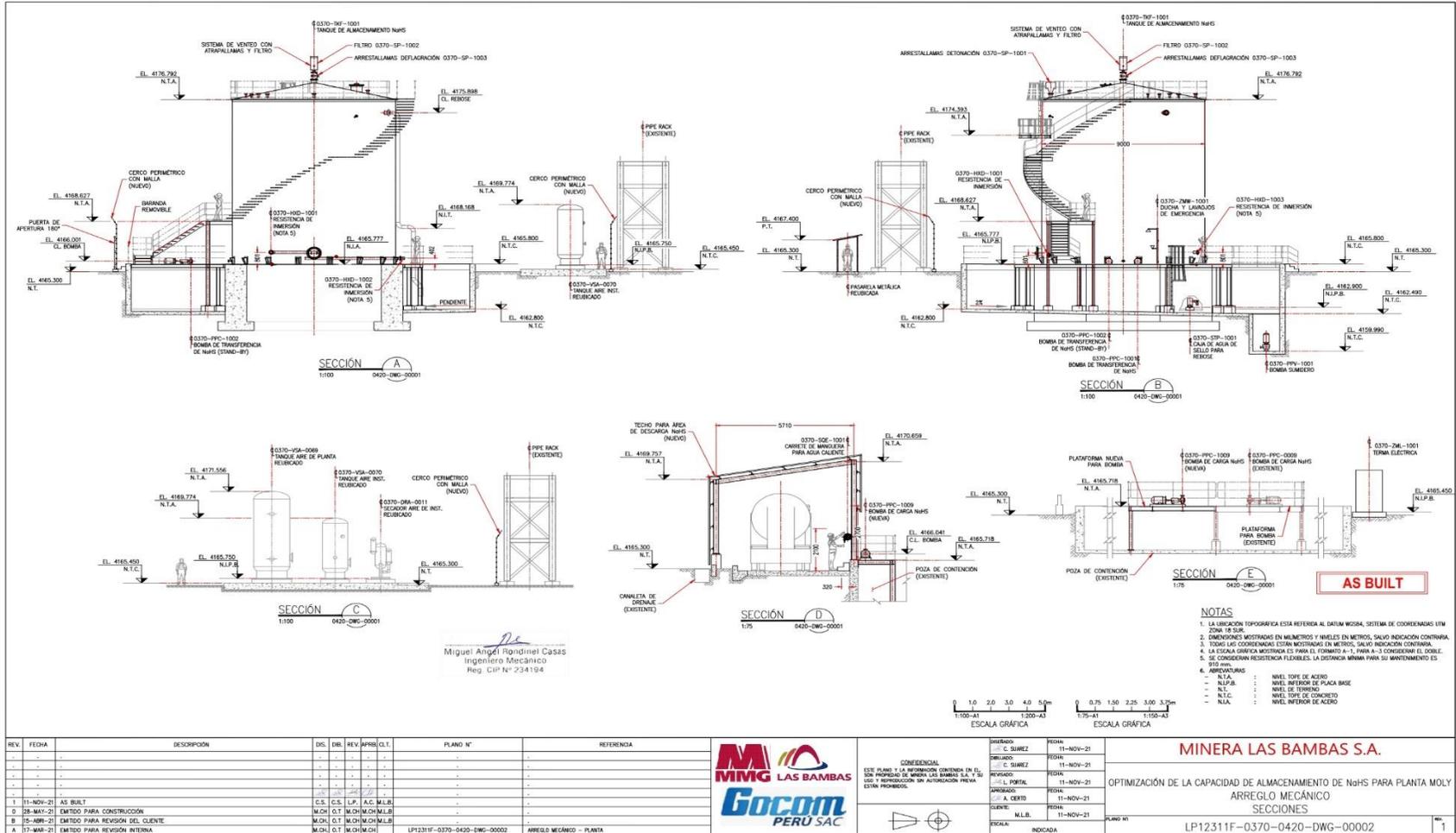
OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NOSH PARA PLANTA MOLY

ARREGLO MECÁNICO

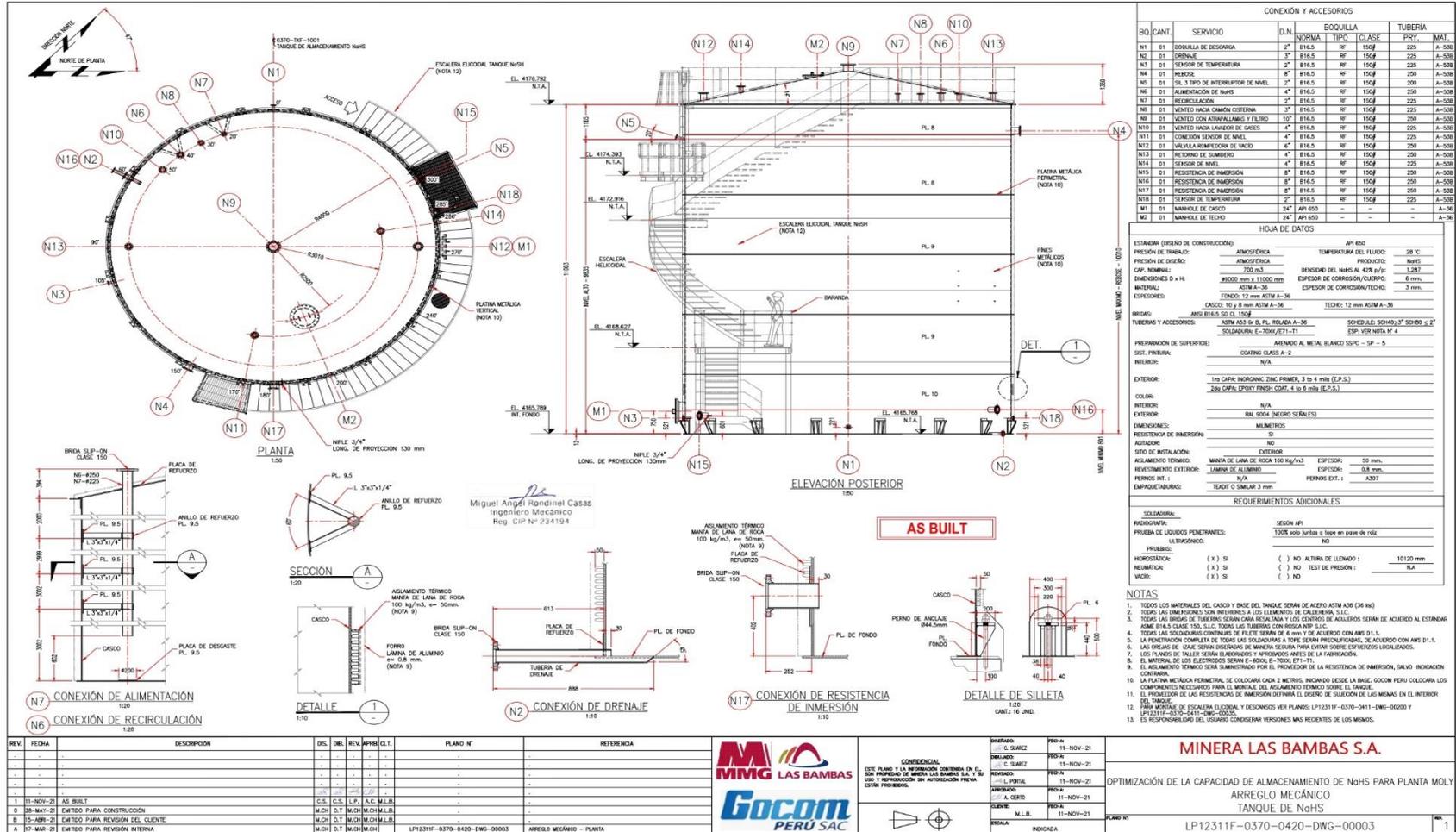
PLANTA

LP12311F-0370-0420-DWG-00001

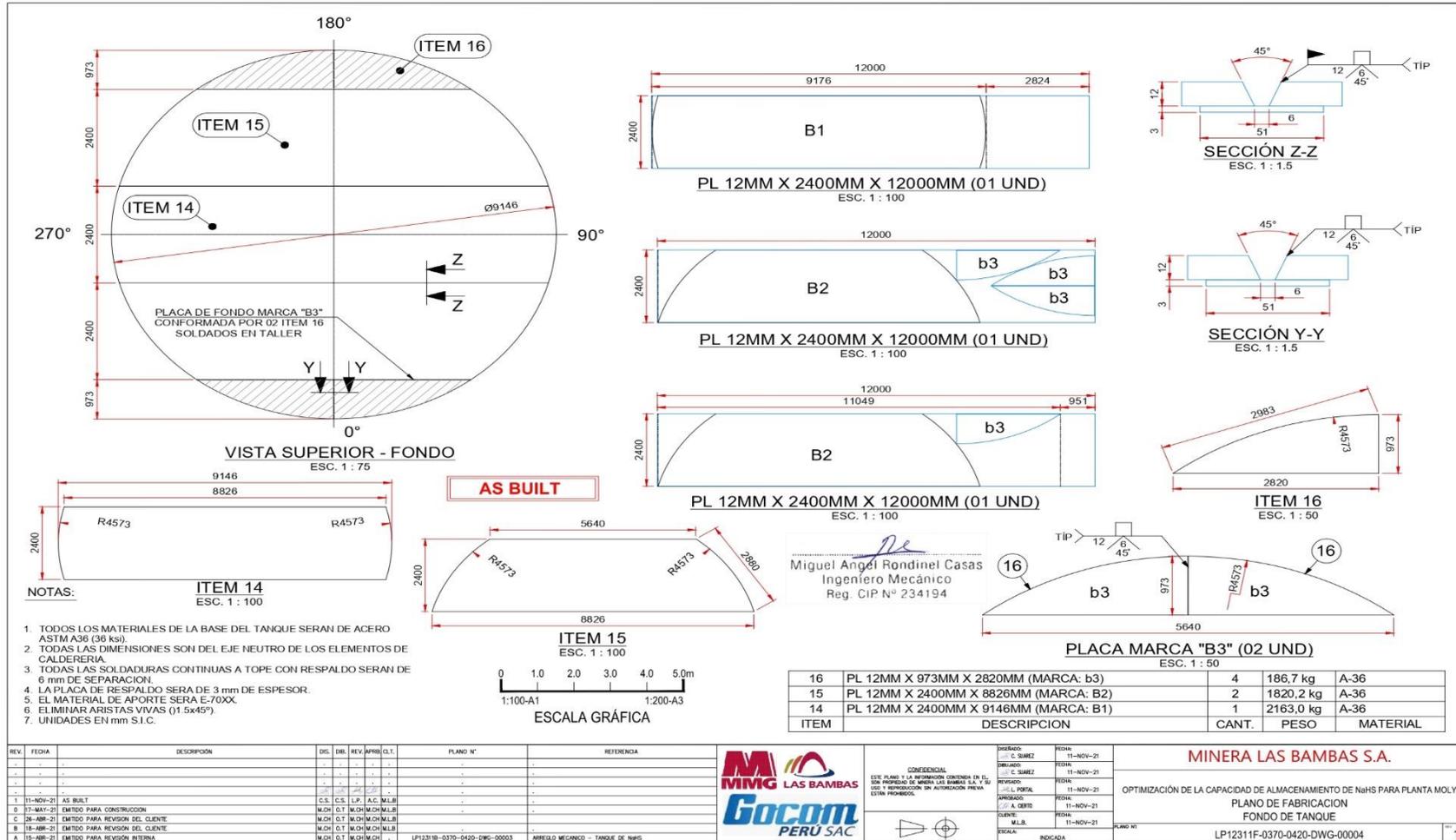
ARREGLO MECÁNICO – SECCIONES



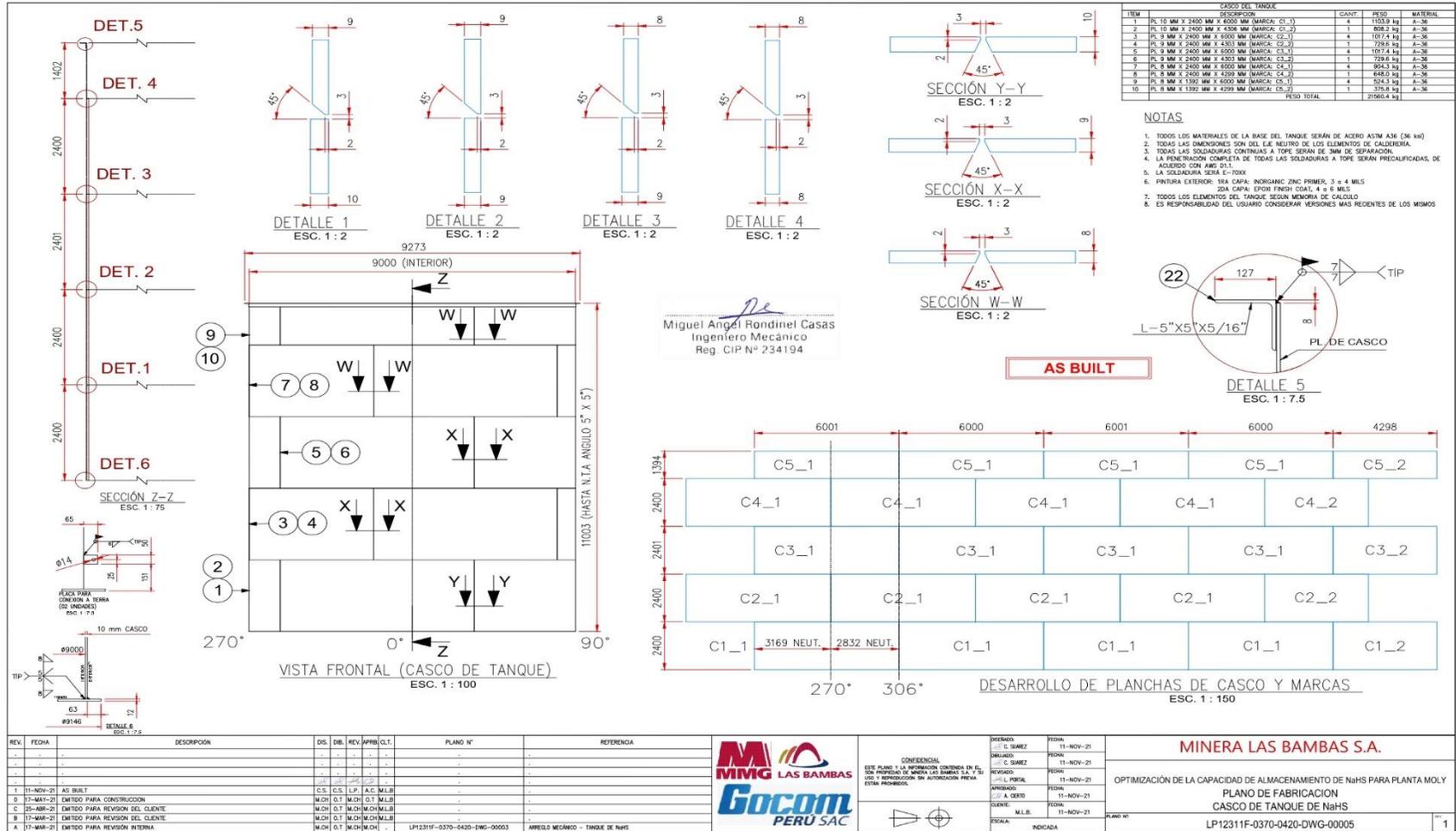
ARREGLO MECÁNICO – TANQUE DE NaHS



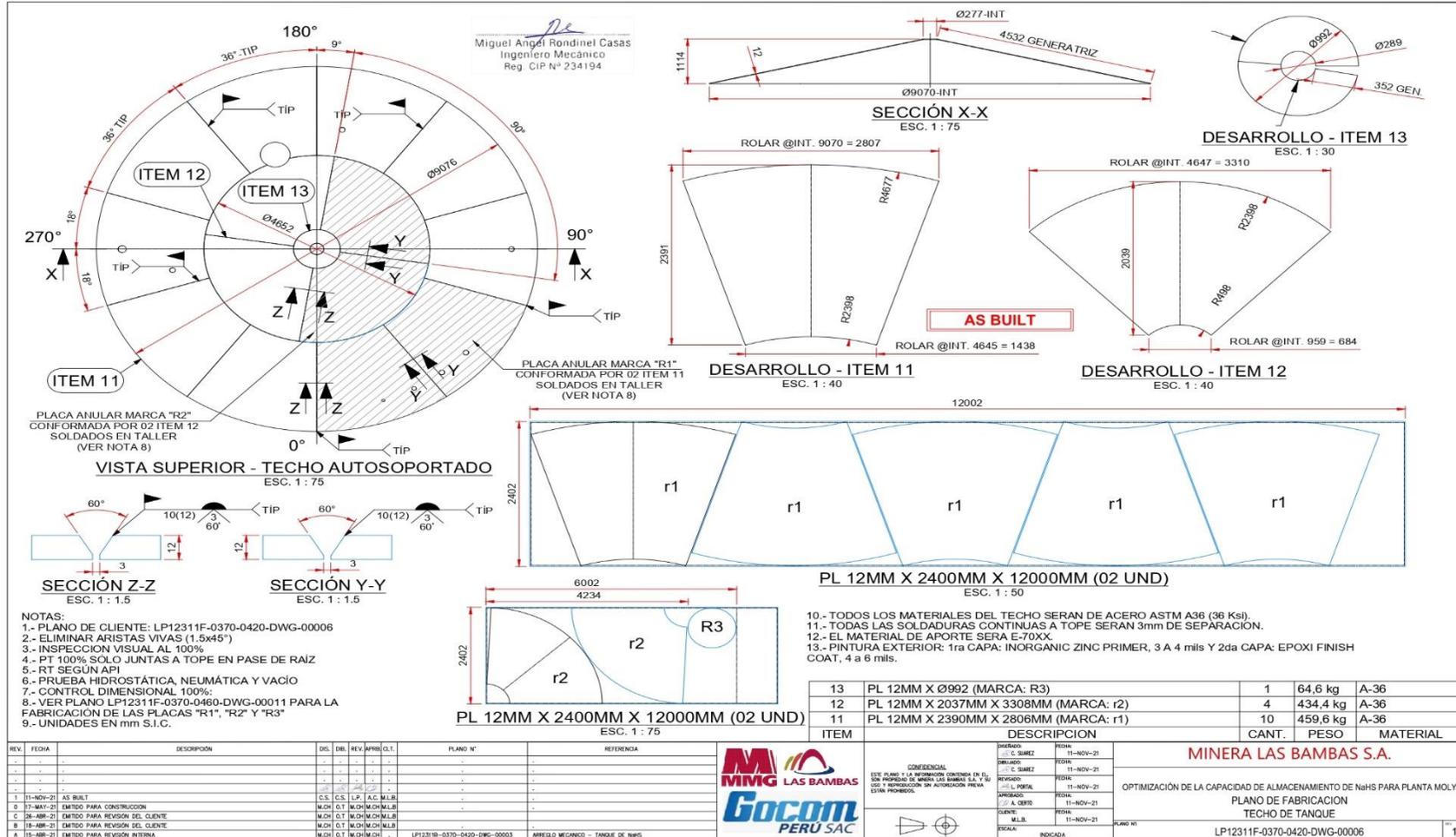
PLANO DE FABRICACIÓN – FONDO DE TANQUE



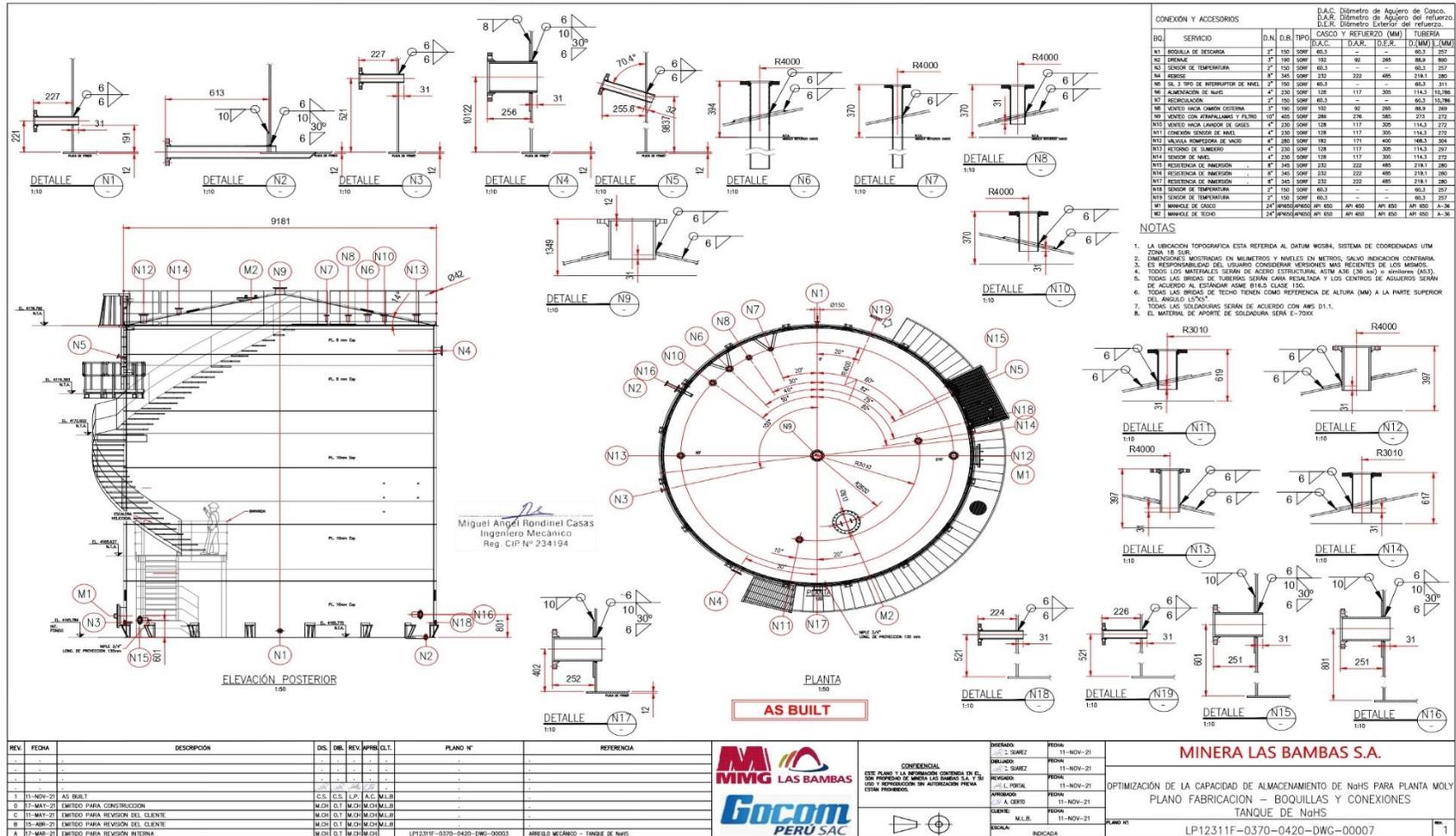
PLANO DE FABRICACIÓN – CASCO DE TANQUE DE NaHS



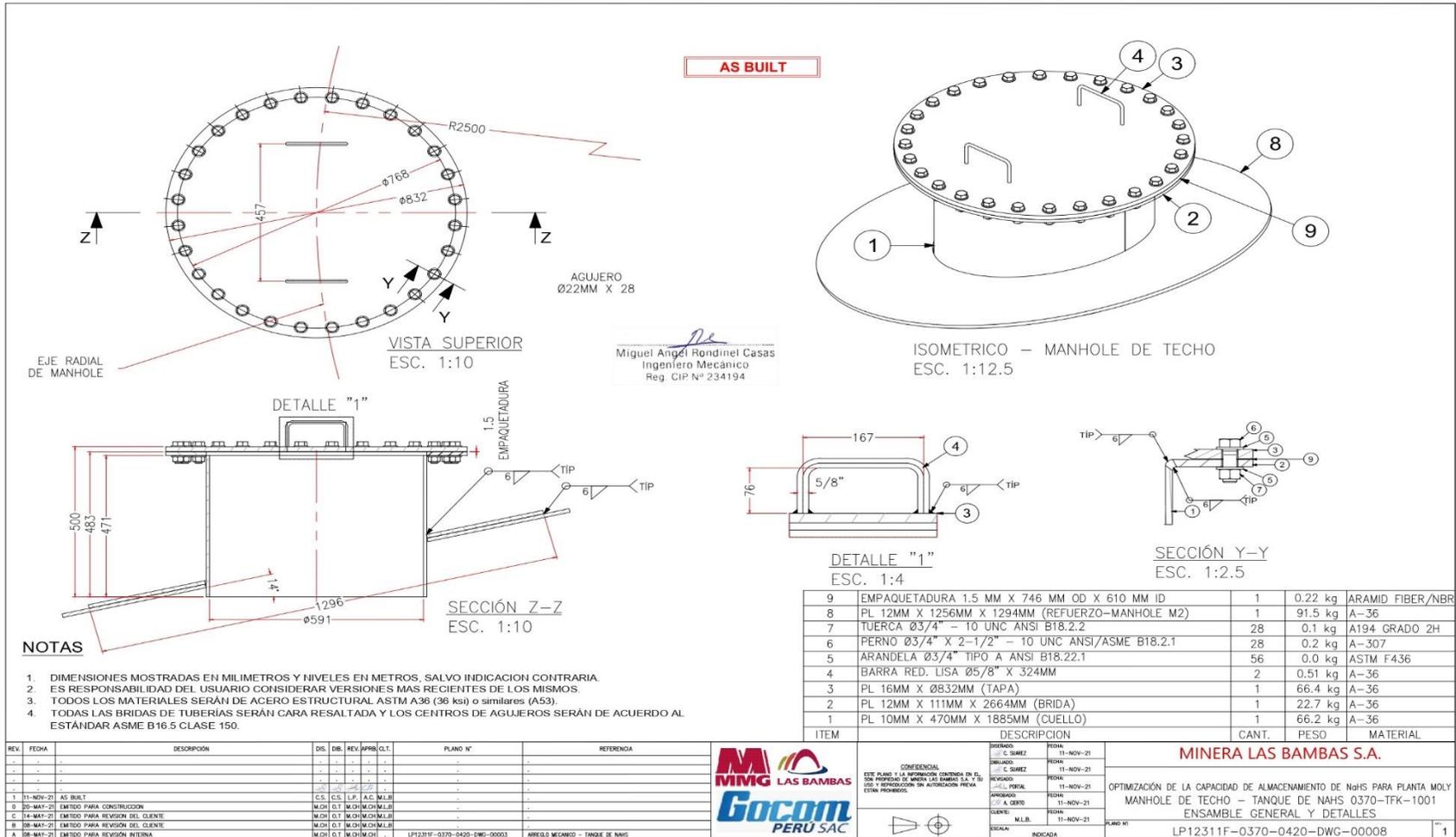
PLANO DE FABRICACIÓN – TECHO DE TANQUE



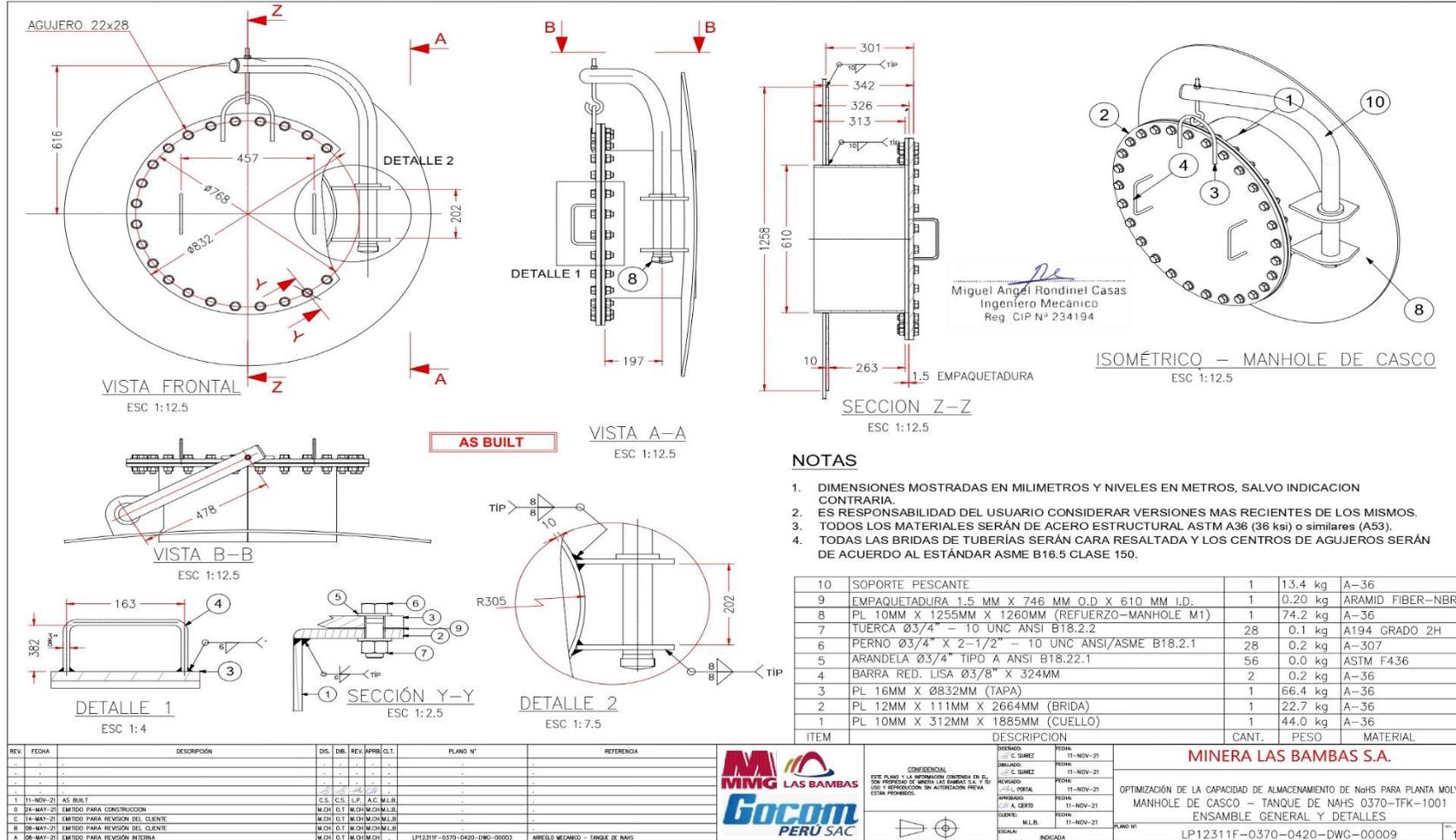
PLANO FABRICACIÓN – BOQUILLAS Y CONEXIONES – TANQUE DE NaHS



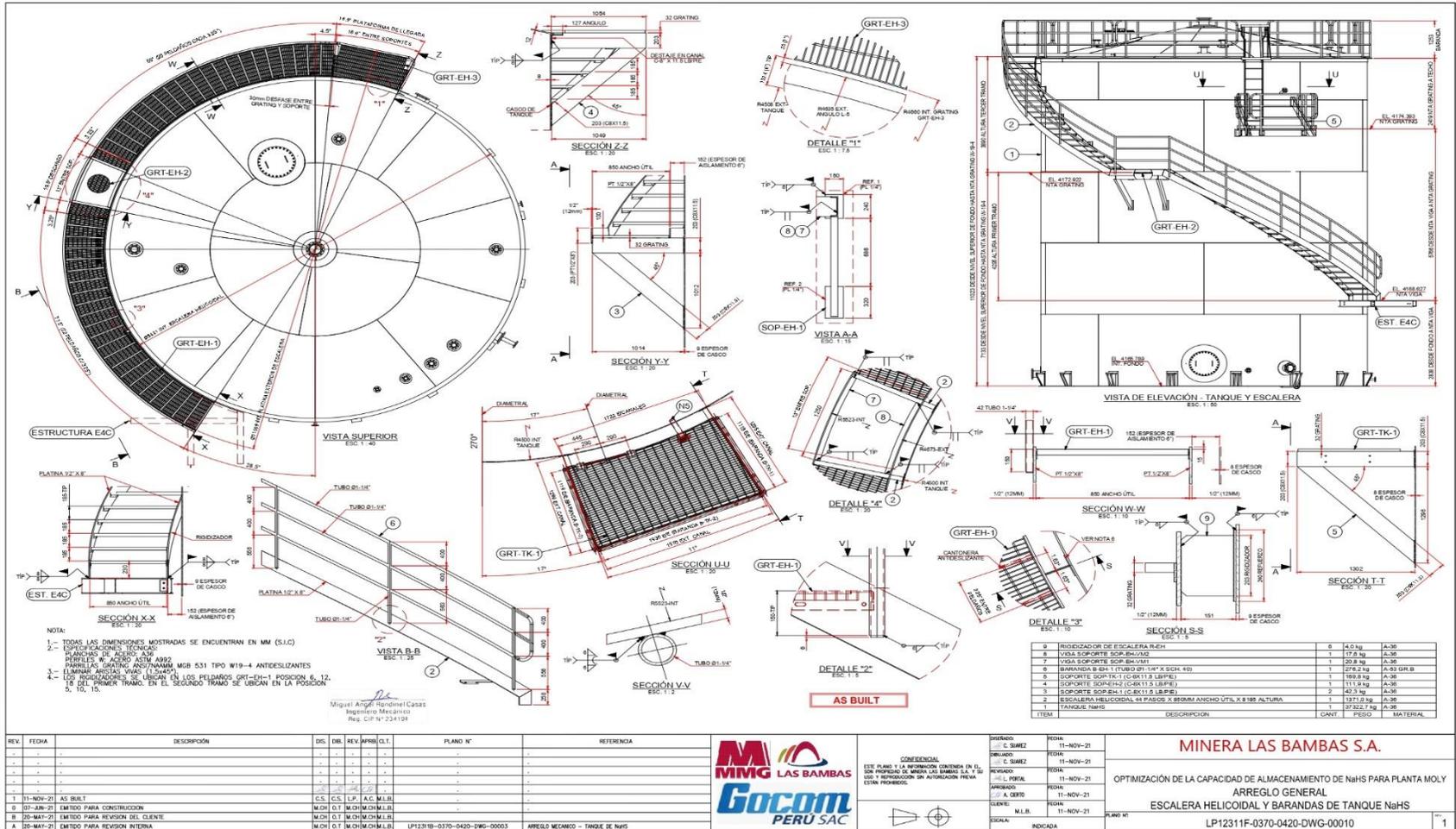
MANHOLE DE TECHO – TANQUE DE NaHS 0370-TFK – ENSAMBLE GENERAL Y DETALLES



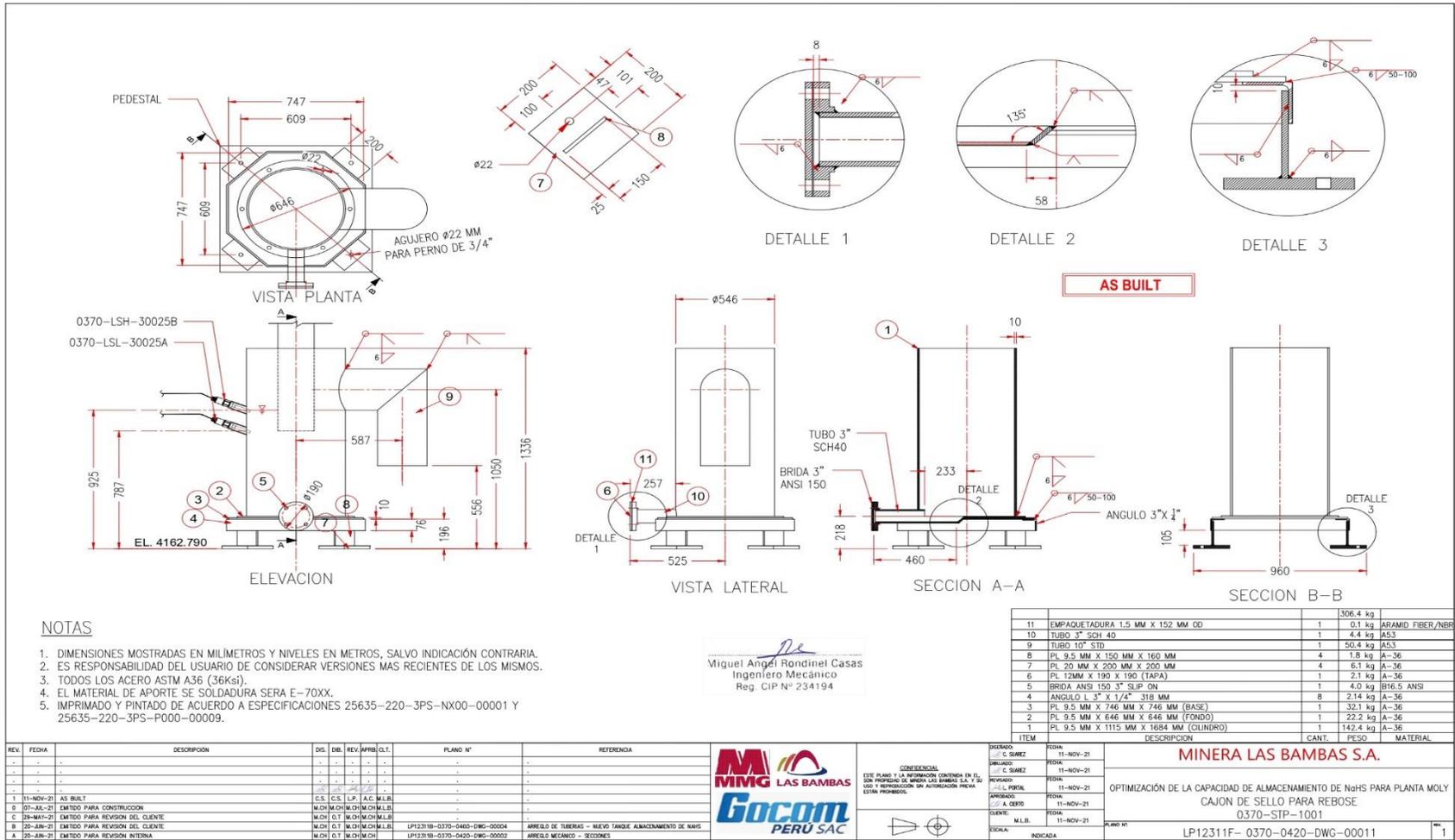
MANHOLE DE CASCO – TANQUE DE NaHS 0370-TFK1001 – ENSAMBLE GENERAL Y DETALLES



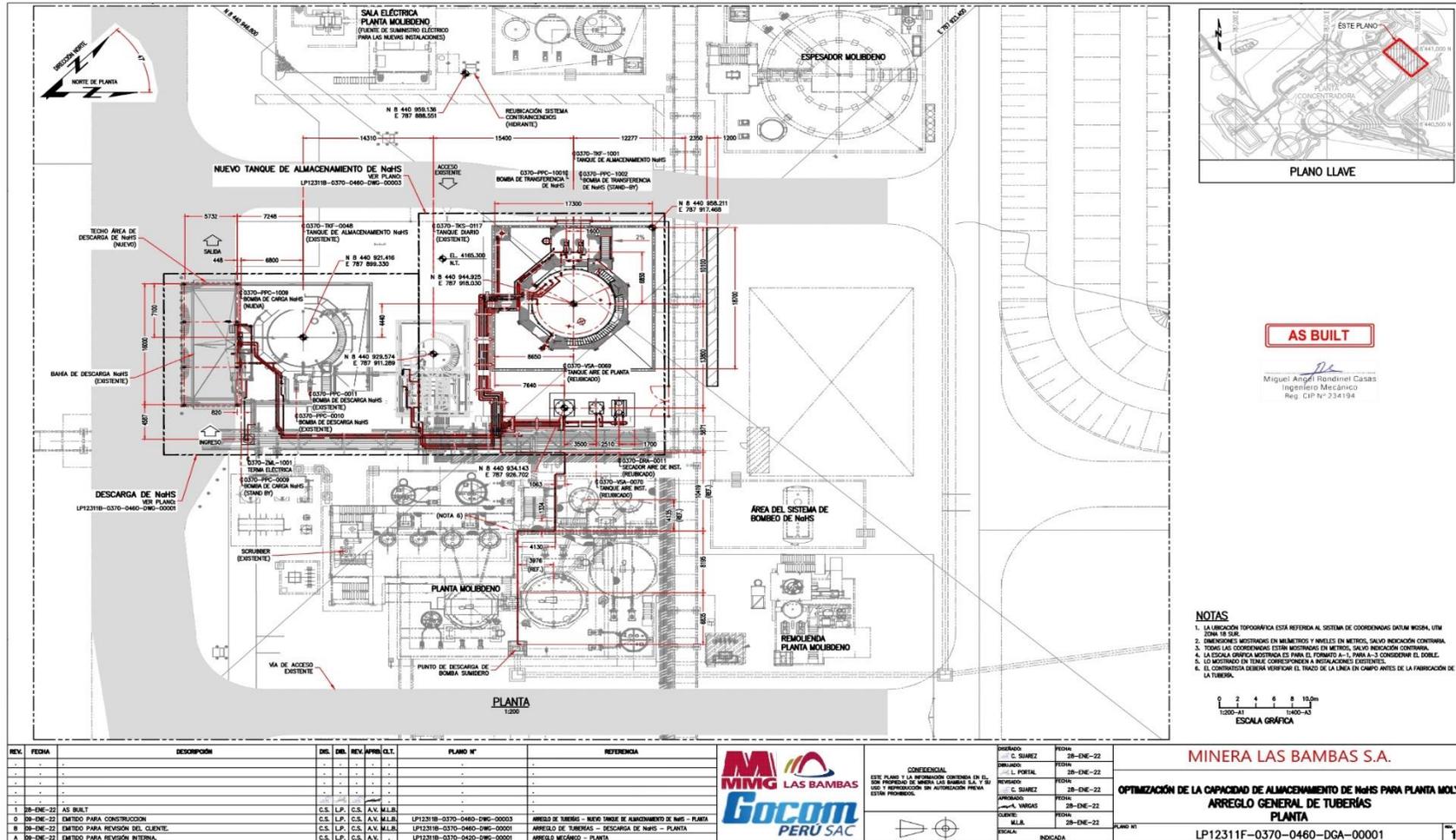
ARREGLO GENERAL – ESCALERA HELICOIDAL Y BARANDAS DE TANQUE NaHS



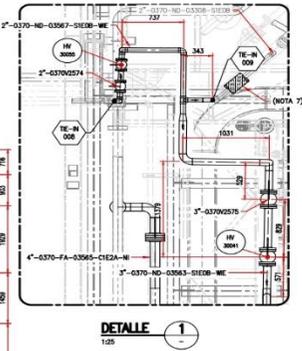
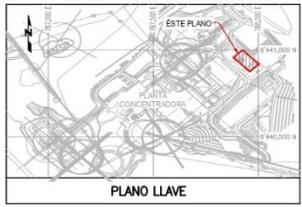
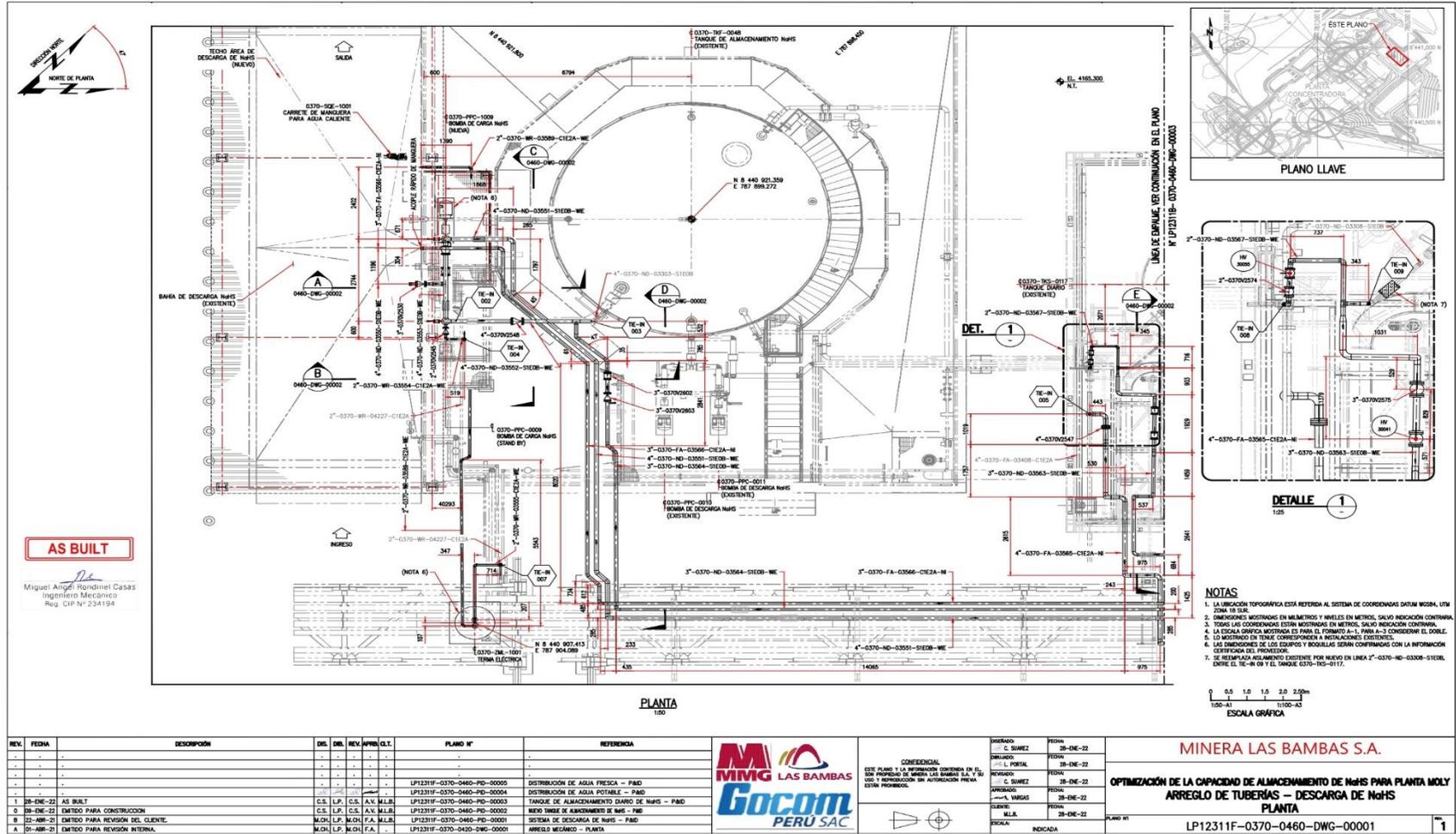
CAJÓN DE SELLO PARA REBOSE 0370-STP-1001



ARREGLO GENERAL DE TUBERÍAS – PLANTA



ARREGLO GENERAL DE TUBERÍAS – DESCARGA DE NaHS – PLANTA



AS BUILT

Miguel Ángel Rondinel Casas
Ingeniero Mecánico
Reg. CIP N° 234194

- NOTAS**
1. LA UBICACION TOPOGRAFICA ESTA REFERIDA AL SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS84, UTM ZONA 18 S.G.B.
 2. DIMENSIONES MOSTRADAS EN METROS Y ABREVIAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
 3. TODAS LAS COORDENADAS ESTAN MOSTRADAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
 4. LA CUALQUIER MUESTRA ES PARA EL FORMATO IN-1, PARA IN-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 5. LO MOSTRADO EN TONEL CORRESPONDE A INSTALACIONES EXISTENTES.
 6. LAS DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS Y BOQUILLAS SON CORRESPONDIENTES CON LA INFORMACION CERTIFICADA DEL PROVEEDOR.
 7. SE REEMPLAZO ALMACENAMIENTO EXISTENTE POR NUEVO EN LINEA 2" 0370-ND-03063-SIEOB-SIEOB ENTRE EL TE-N 009 Y EL TANQUE 0370-02E-1017.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS.	DBL.	REV.	APROB.	CLT.	PLANO N°	REFERENCIA
1	28-ENE-22	AS BUILT	C.S.	L.P.	C.S.	A.N.	M.L.B.	LP12311F-0370-0460-PD-00005	DISTRIBUCION DE AGUA FRESCA - PAID
2	28-ENE-22	ENTRADO PARA CONSTRUCCION	C.S.	L.P.	C.S.	A.N.	M.L.B.	LP12311F-0370-0460-PD-00002	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DIABRO DE NaHS - PAID
3	22-ABR-21	ENTRADO PARA REVISION DEL CLIENTE	M.O.H.	L.P.	M.O.H.	F.A.	M.L.B.	LP12311F-0370-0460-PD-00001	NAVA TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NaHS - PAID
4	01-ABR-21	ENTRADO PARA REVISION INTERNA	M.O.H.	L.P.	M.O.H.	F.A.	M.L.B.	LP12311F-0370-0420-DWG-00001	SISTEMA DE DESCARGA DE NaHS - PAID
								LP12311F-0370-0420-DWG-00001	ARREGLO MECANICO - PLANTA



CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL MISMO SON PROPIEDAD DE MINERA LAS BAMBAS S.A. Y SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA ESTAN PROHIBIDOS.

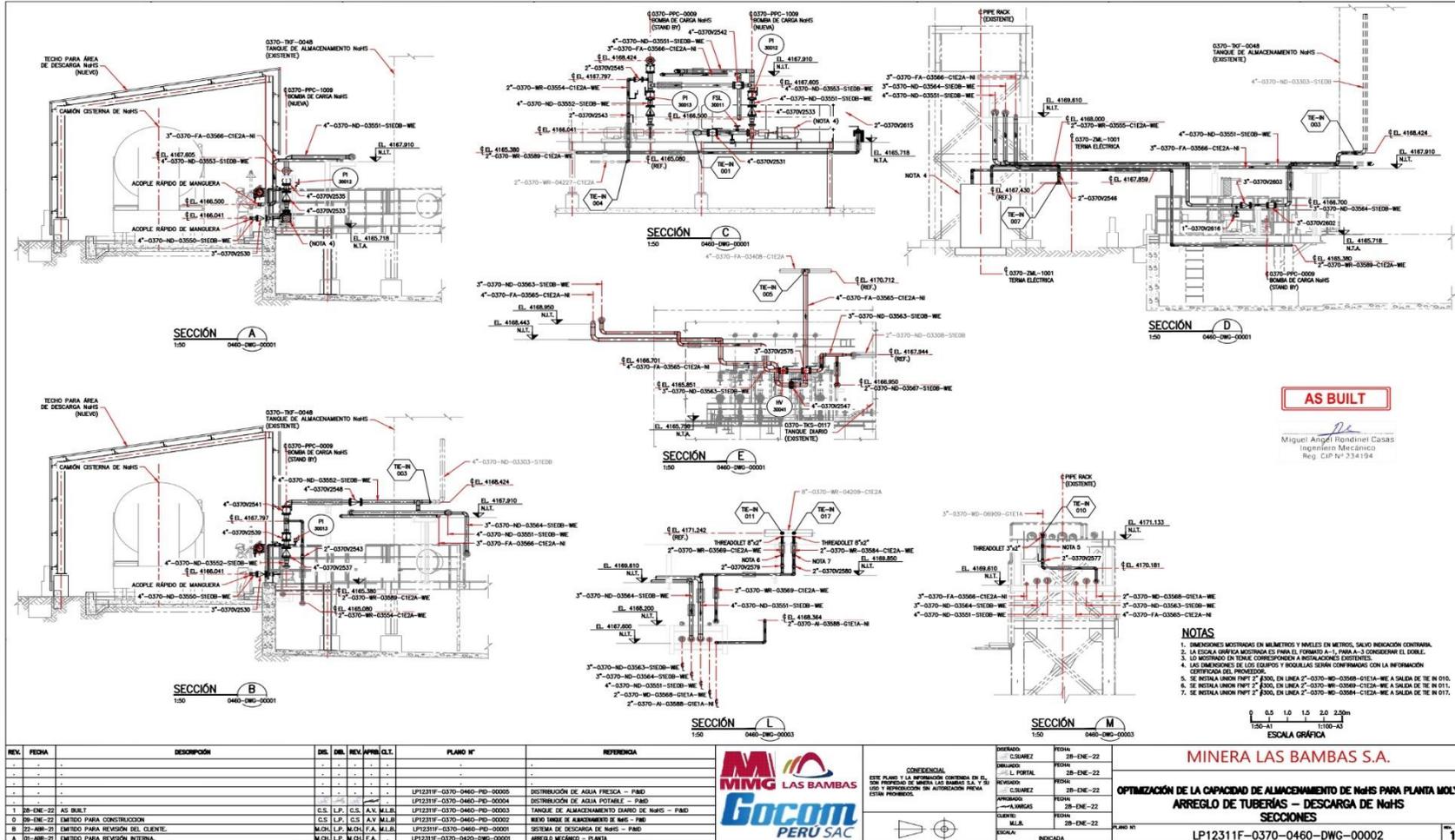
INGENIERO	FECHA
C. SUAREZ	28-ENE-22
PROYECTO	28-ENE-22
REVISADO	28-ENE-22
C. SUAREZ	28-ENE-22
APROBADO	28-ENE-22
M.L.B.	28-ENE-22
REVISADO	28-ENE-22
M.L.B.	28-ENE-22

MINERA LAS BAMBAS S.A.

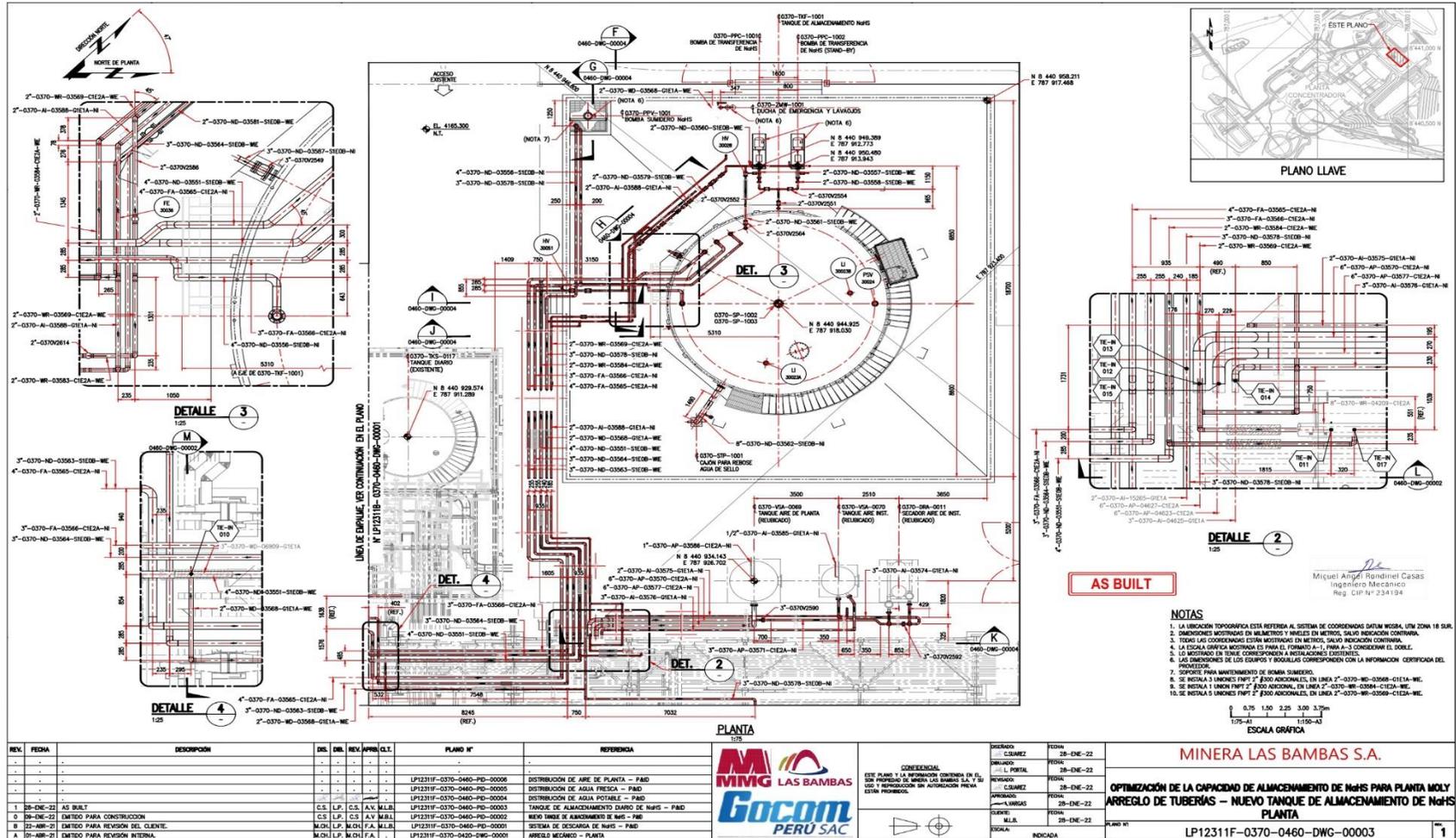
OPTIMIZACION DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA PLANTA MOLY
ARREGLO DE TUBERÍAS – DESCARGA DE NaHS
PLANTA

PLANO N° LP12311F-0370-0460-DWG-00001

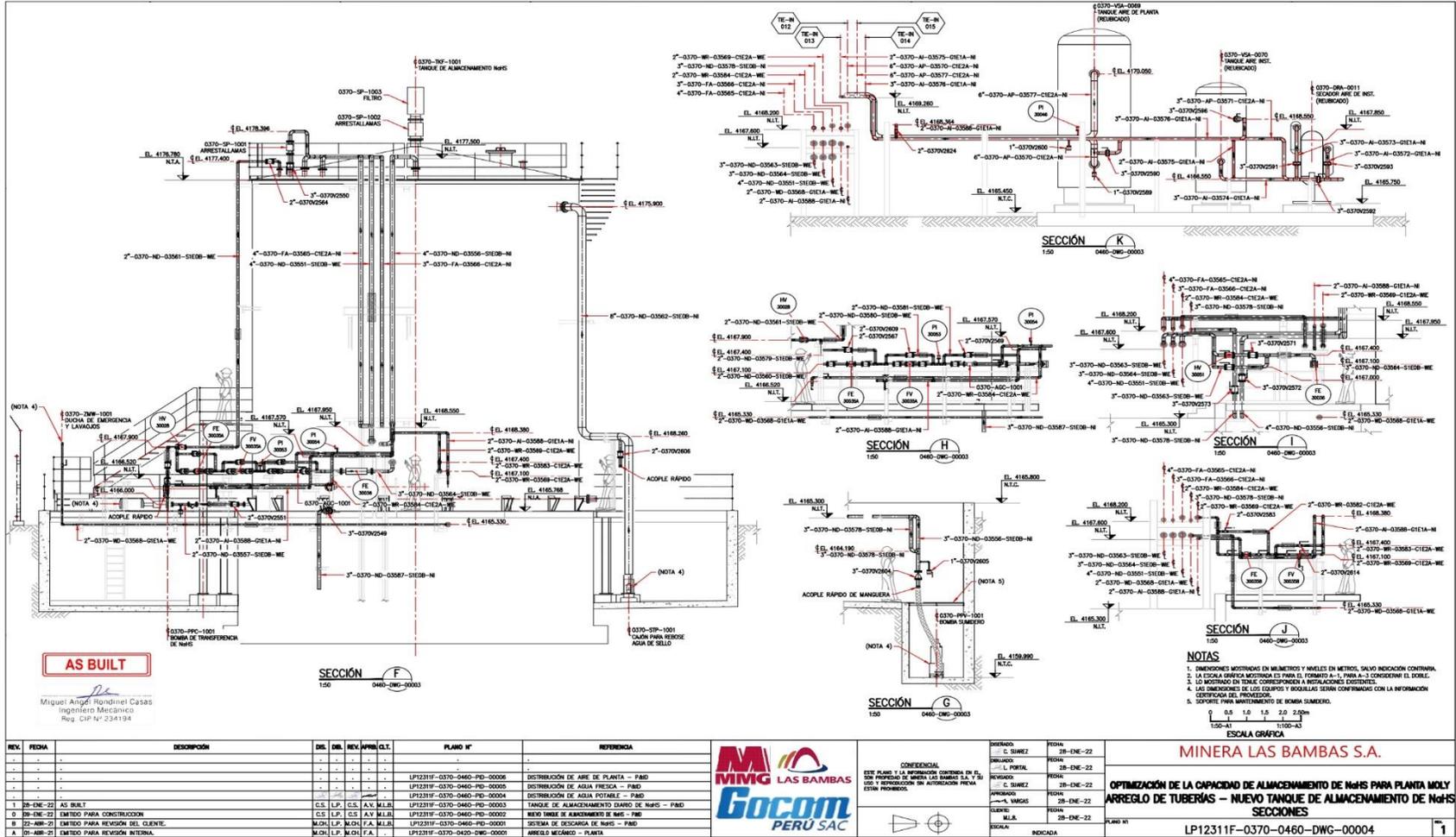
ARREGLO DE TUBERÍAS – DESCARGA DE NaHS – SECCIONES



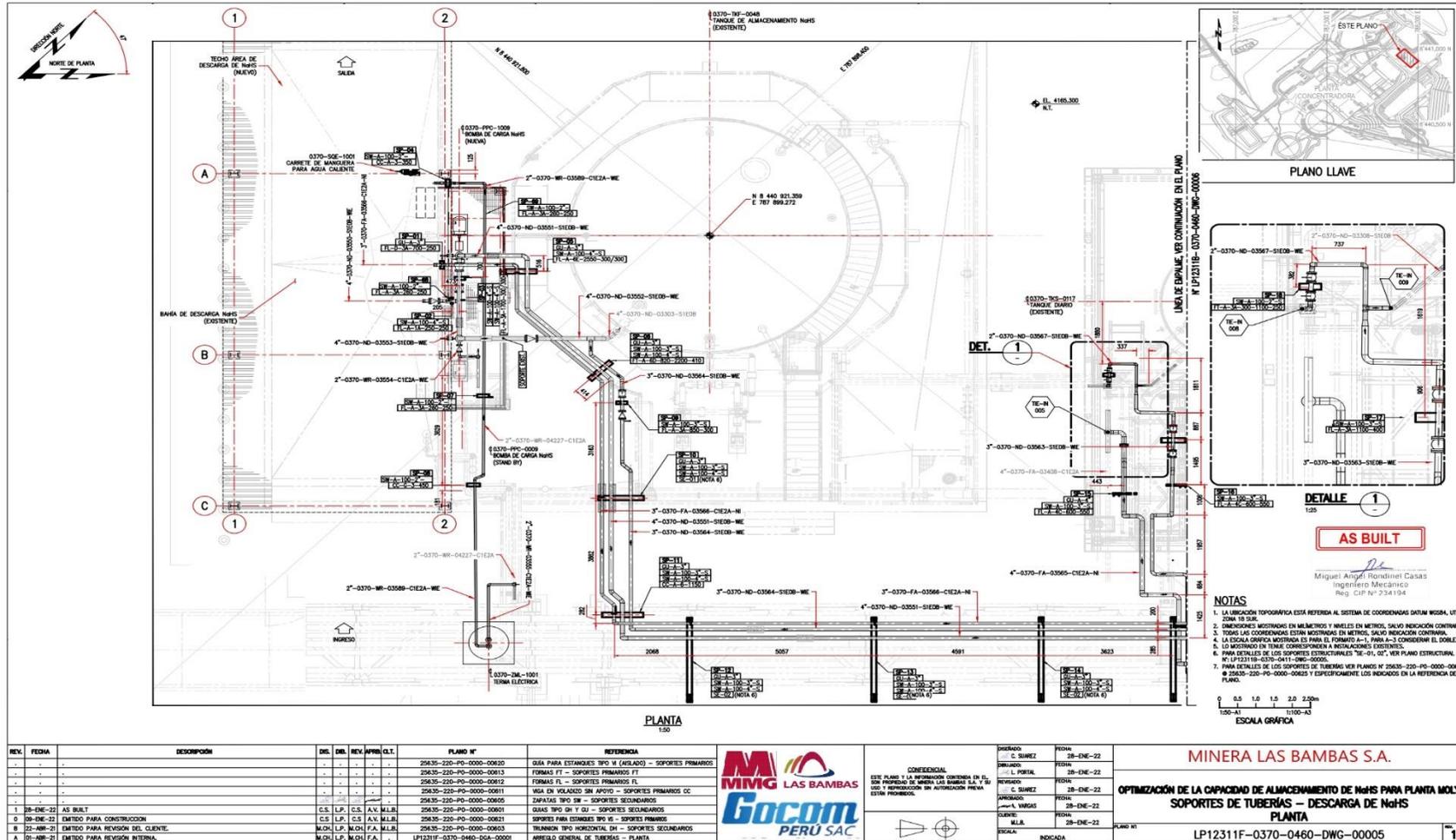
ARREGLO DE TUBERÍAS – NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NaHS – PLANTA



ARREGLO DE TUBERÍAS – NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NaHS – SECCIONES



SOPORTE DE TUBERÍAS – DESCARGA DE NaHS – PLANTA



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS.	DEL.	REV.	APROB.	CLT.	PLANO N°	REFERENCIA
-	-	-	-	-	-	-	-	25630-220-PO-0000-00000	DATA PARA ESTANDES TIPO II (ELEGIDO) – SOPORTES PRIMARIOS
-	-	-	-	-	-	-	-	25630-220-PO-0000-00010	FORMAS FT – SOPORTES PRIMARIOS FT
-	-	-	-	-	-	-	-	25630-220-PO-0000-00012	FORMAS FL – SOPORTES PRIMARIOS FL
-	-	-	-	-	-	-	-	25630-220-PO-0000-00011	WGA EN VOLADIZO SIN APOYO – SOPORTES PRIMARIOS CC
-	-	-	-	-	-	-	-	25630-220-PO-0000-00005	ZAPATAS TIPO SB – SOPORTES SECUNDARIOS
-	-	-	-	-	-	-	-	25630-220-PO-0000-00021	OSAS TIPO QH Y QU – SOPORTES SECUNDARIOS
1	28-ENE-22	AS BUILT	C.S.	L.P.	C.S.	A.X.	M.L.B.	25630-220-PO-0000-00021	SOPORTES PARA ESTANDES TIPO II – SOPORTES PRIMARIOS
0	29-ENE-21	ENTRITO PARA CONSTRUCCION	C.S.	L.P.	C.S.	A.X.	M.L.B.	25630-220-PO-0000-00021	SOPORTES PARA ESTANDES TIPO II – SOPORTES PRIMARIOS
0	22-MAR-21	ENTRITO PARA REVISION DEL CLIENTE	M.C.H.	L.P.	M.C.H.	F.A.	M.L.B.	25630-220-PO-0000-00003	TRANSICION TIPO HORIZONTAL, GH – SOPORTES SECUNDARIOS
0	01-ABR-21	ENTRITO PARA REVISION INTERNA	M.C.H.	L.P.	M.C.H.	F.A.	M.L.B.	LP12311F-0370-0460-DWG-00001	ARREJOL GENERAL DE TUBERIAS – PLANTA



CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL MISMO SON PROPIEDAD DE MINERA LAS BAMBAS S.A. Y SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA ESTAN PROHIBIDOS.

INGENIERO	FECHA
C. SUAREZ	28-ENE-22
L. PORTAL	28-ENE-22
C. SUAREZ	28-ENE-22
L. VARGAS	28-ENE-22
BOGADO	28-ENE-22
BOGADO	28-ENE-22
M.L.B.	28-ENE-22
BOGADO	28-ENE-22

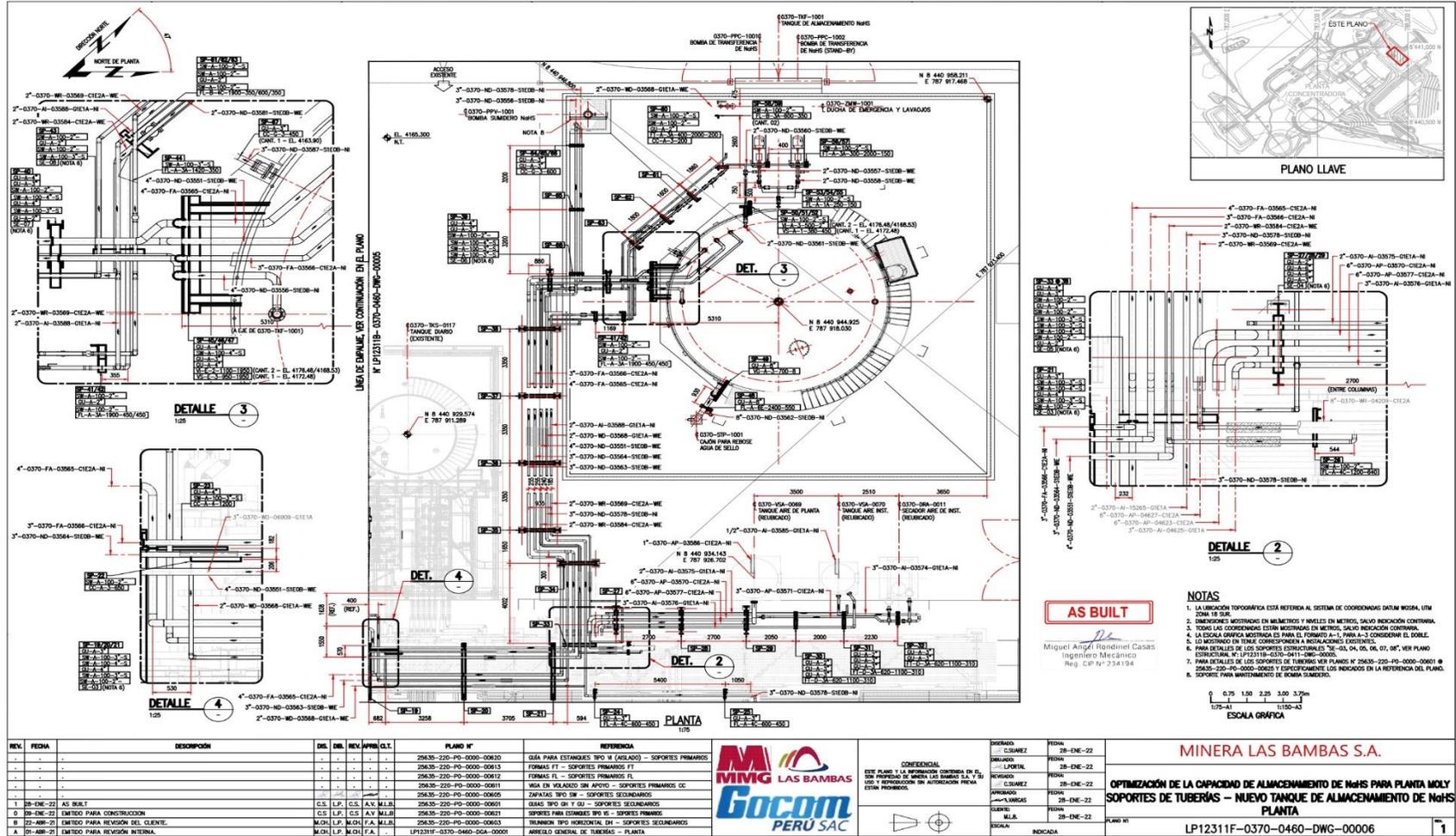
MINERA LAS BAMBAS S.A.

OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE NaHS PARA PLANTA MOLY SOPORTES DE TUBERÍAS – DESCARGA DE NaHS PLANTA

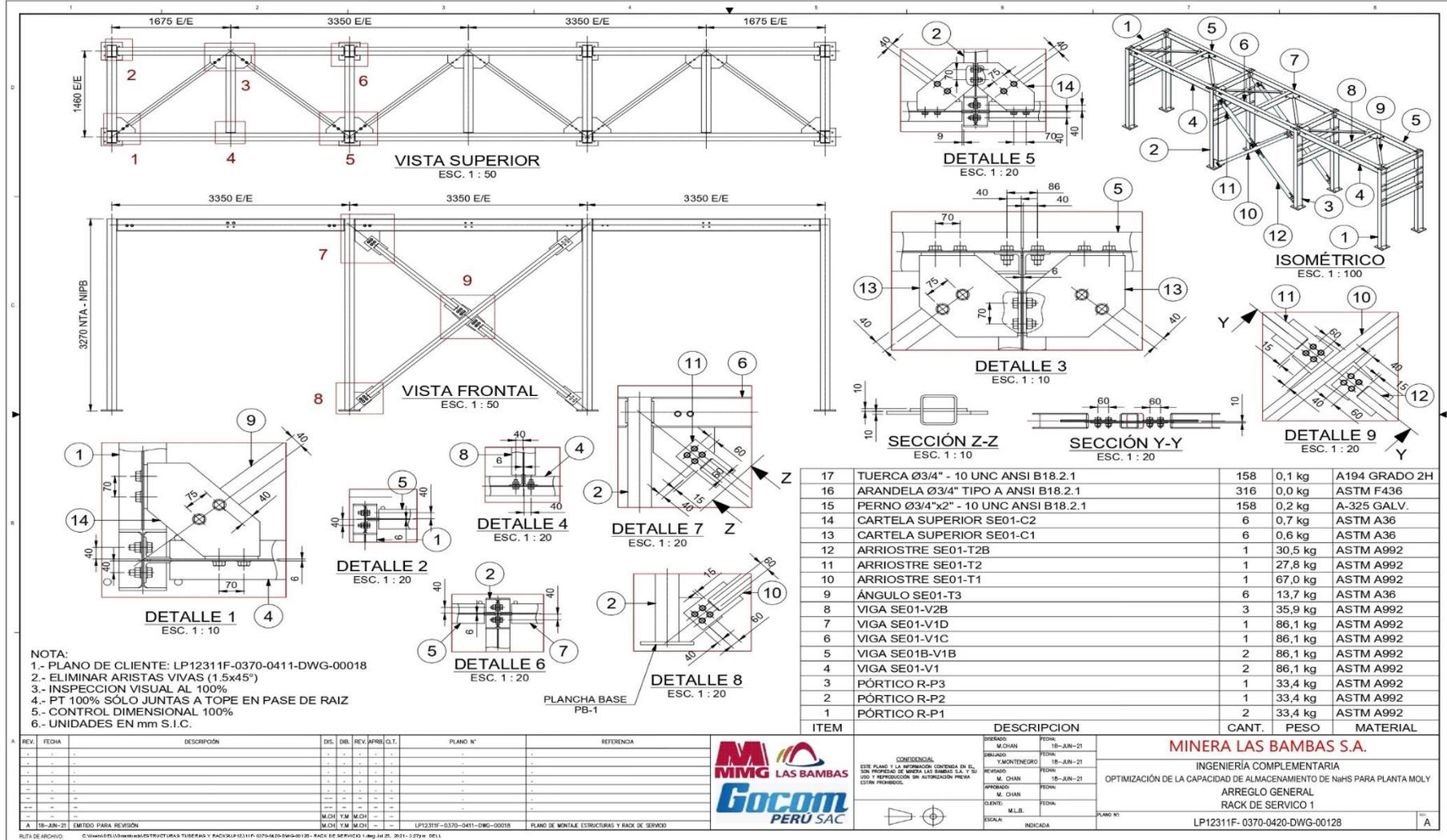
PLANO N° LP12311F-0370-0460-DWG-00005

1

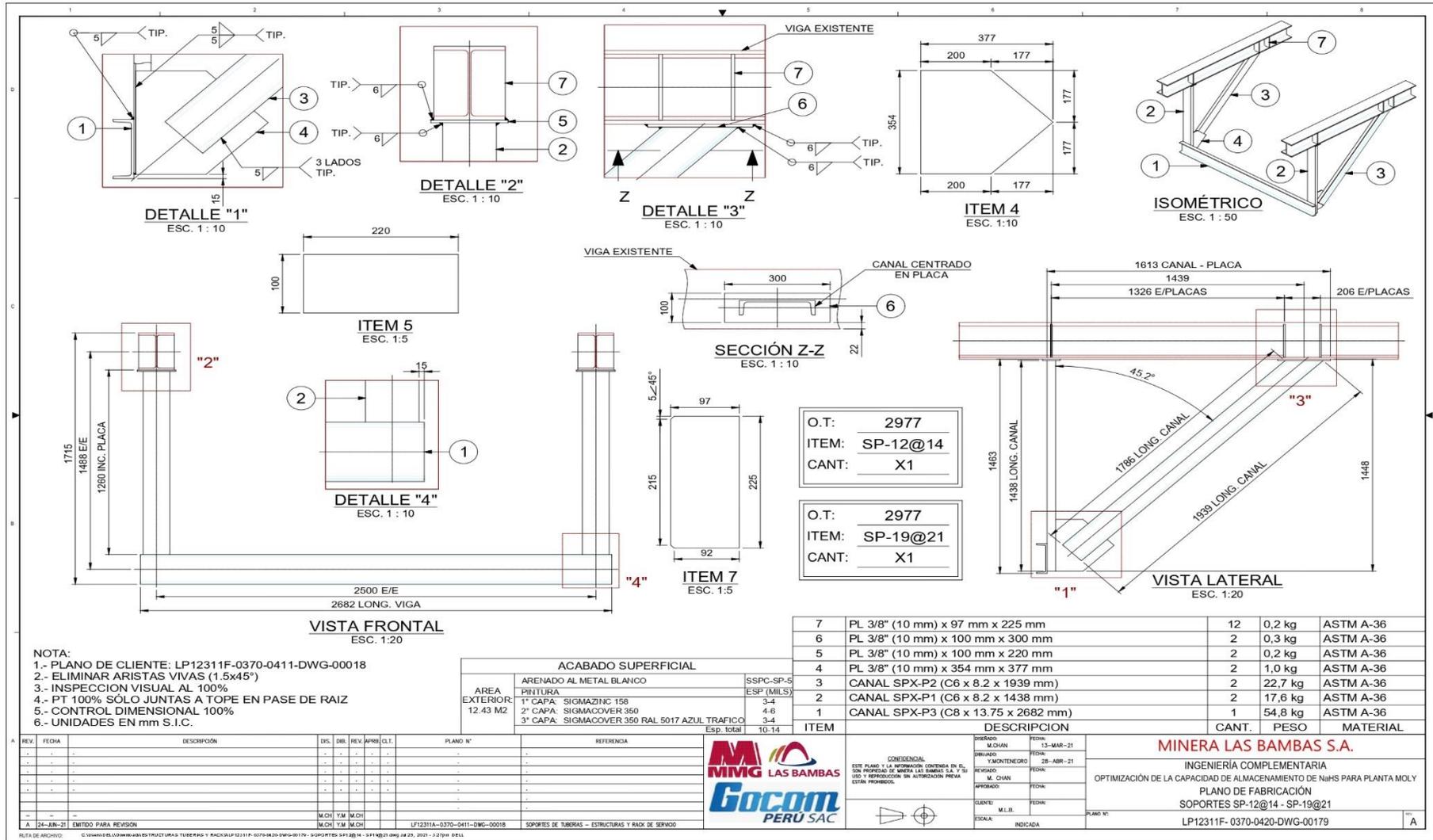
SOPORTE DE TUBERÍAS – NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NaHS – PLANTA



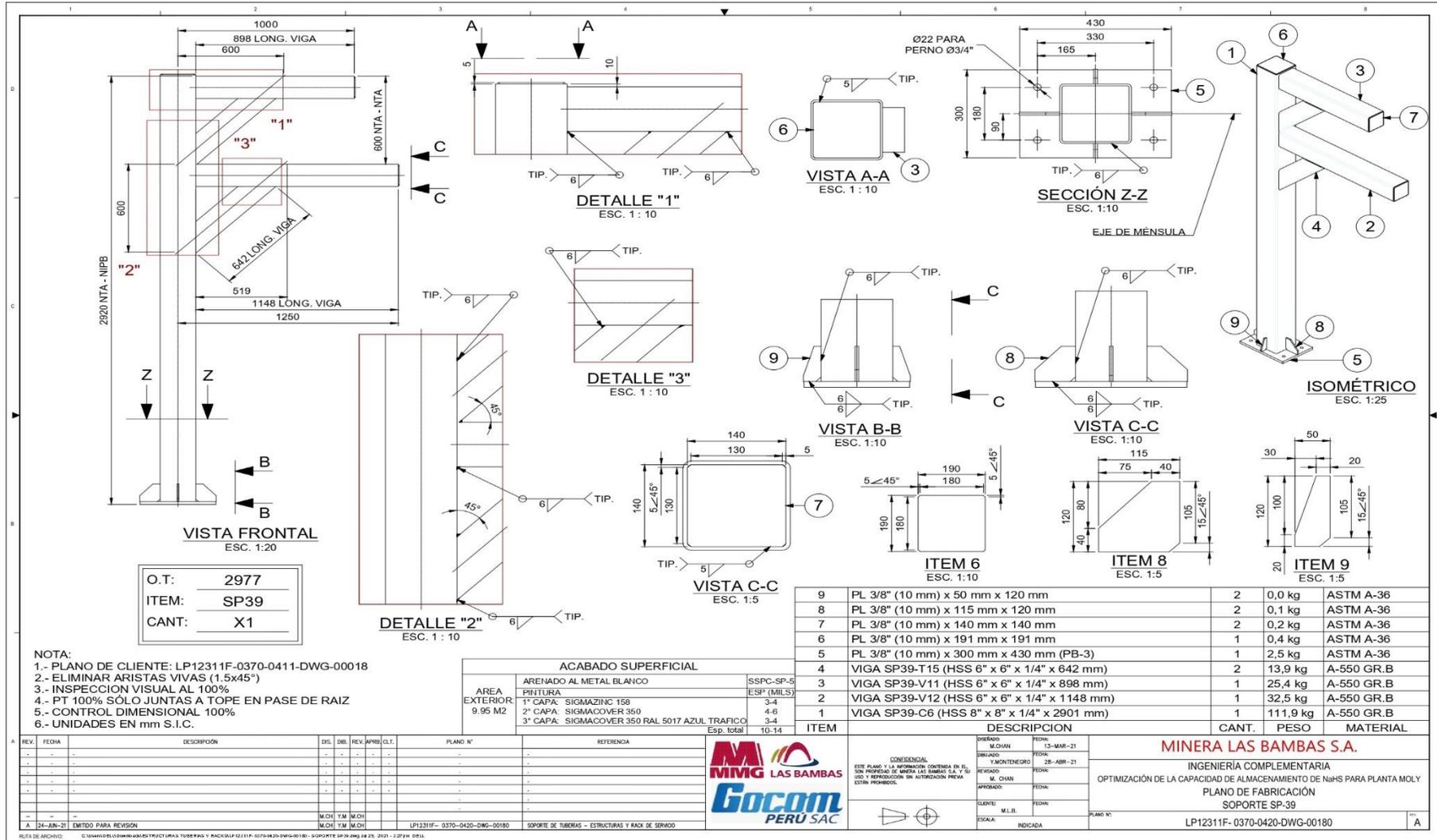
ARREGLO GENERAL – RACK DE SERVICIO 1



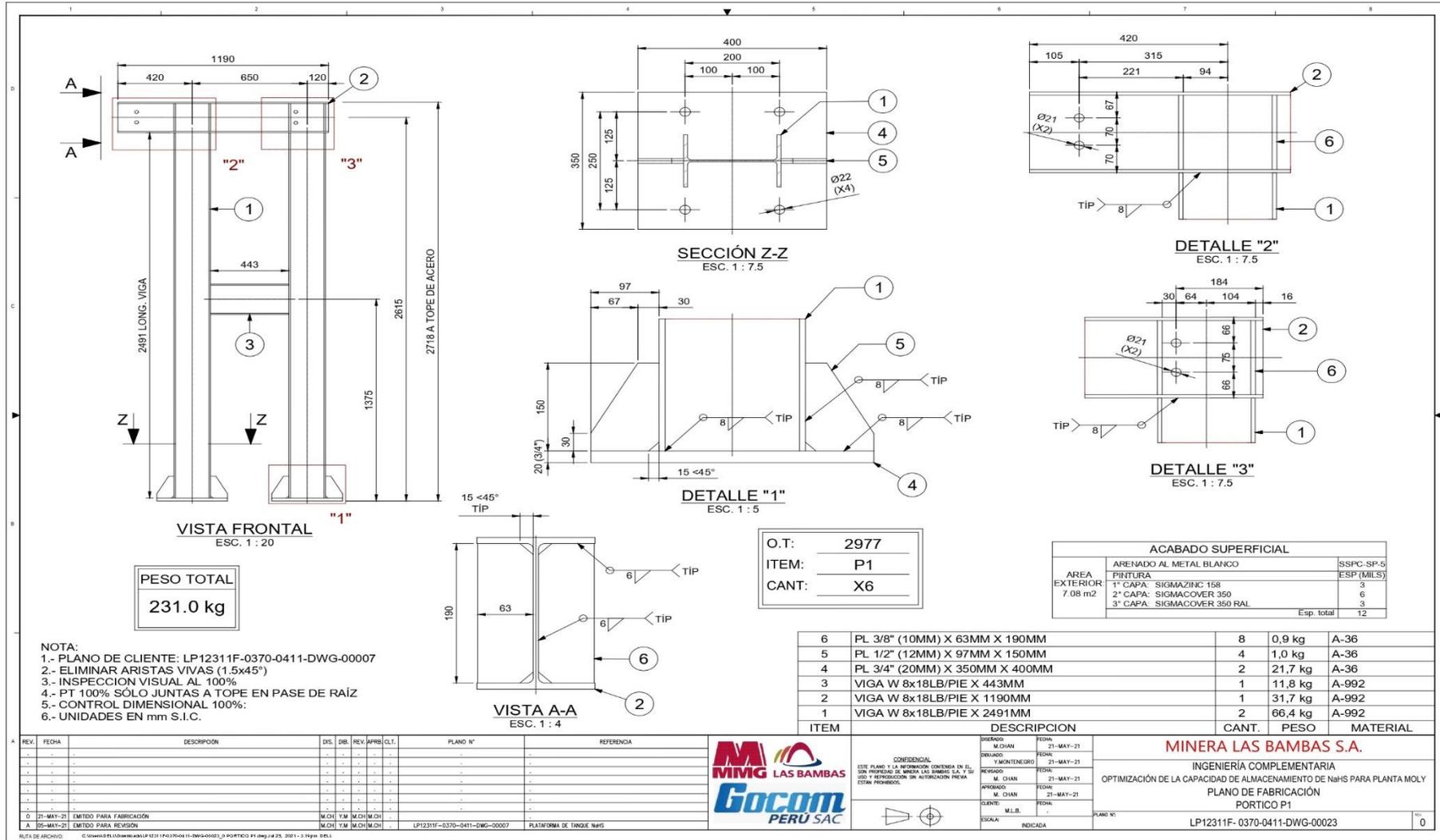
PLANO DE FABRICACIÓN – SOPORTES SP-12-14 – SP-19-21



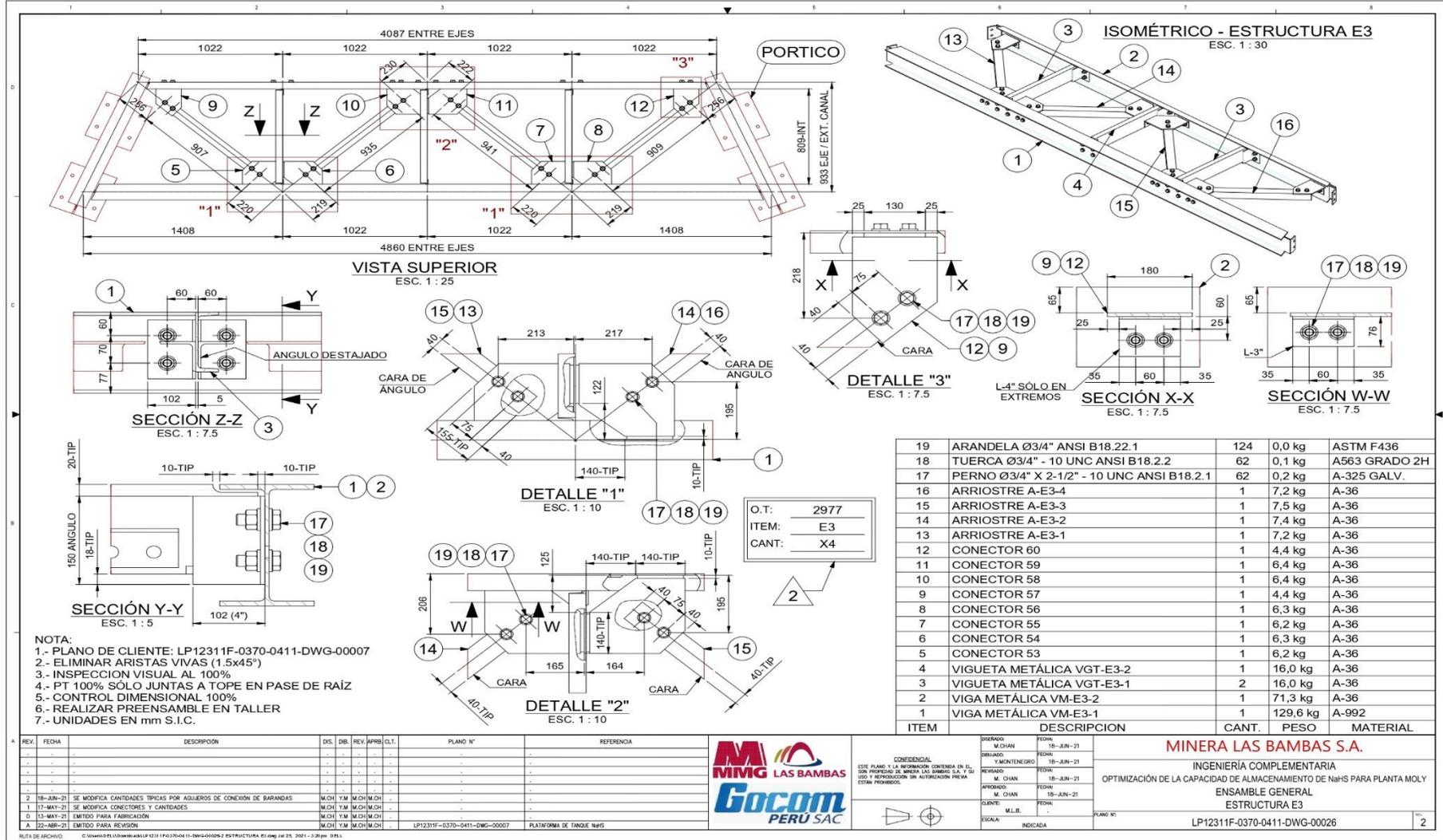
PLANO DE FABRICACIÓN – SOPORTE SP-39



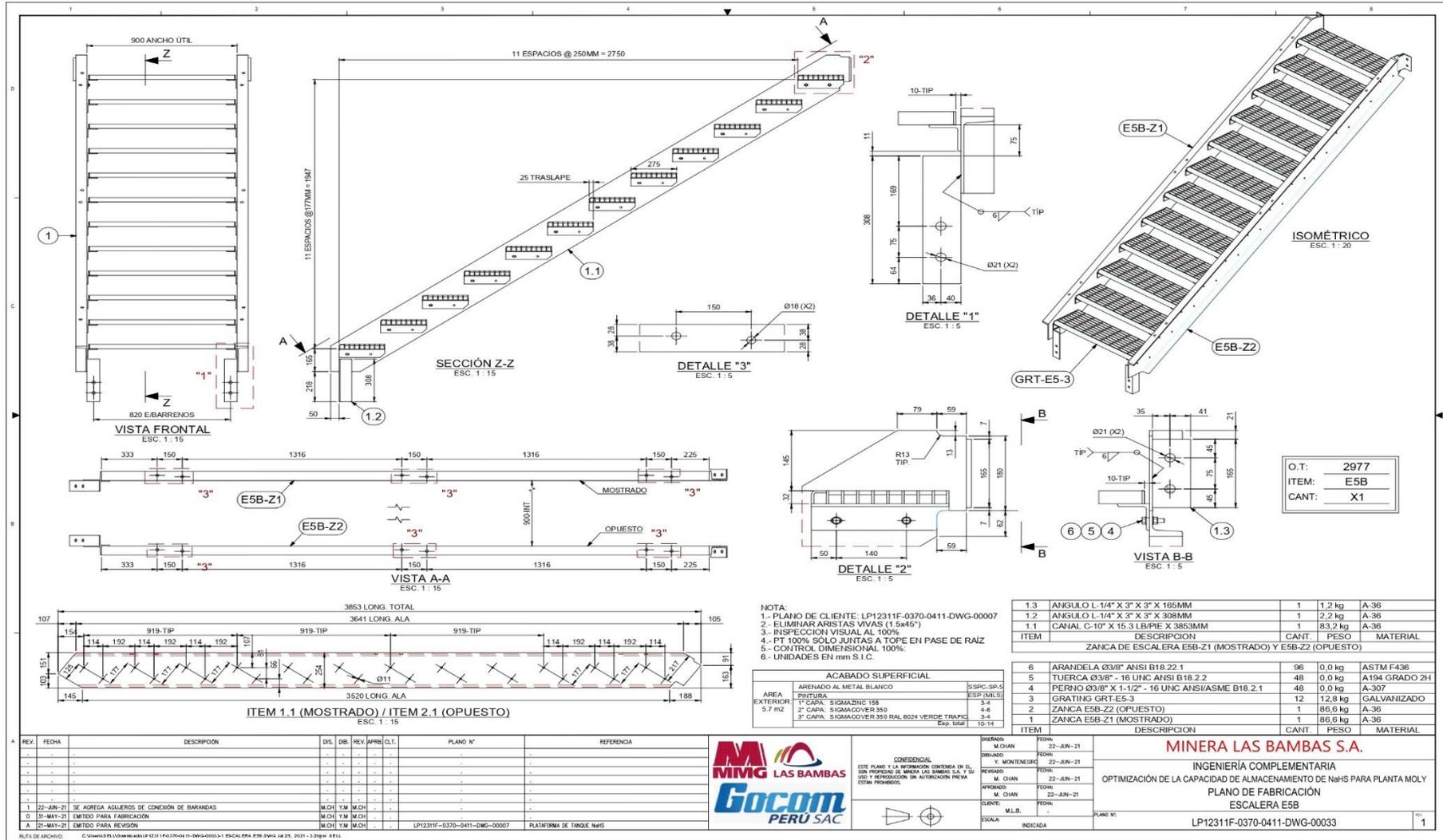
PLANO DE FABRICACIÓN – PÓRTICO P1



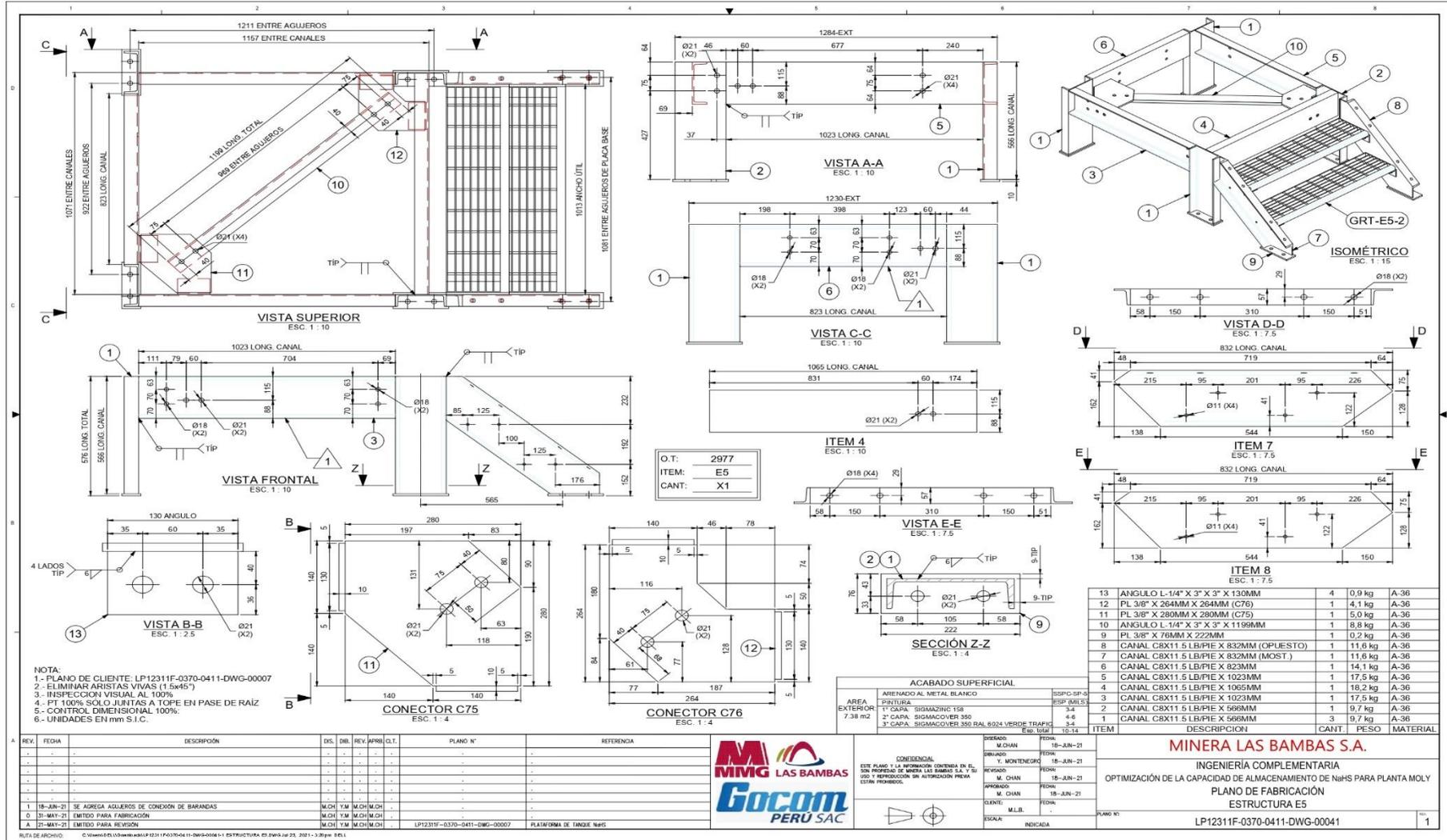
ENSAMBLE GENERAL – ESTRUCTURA E3



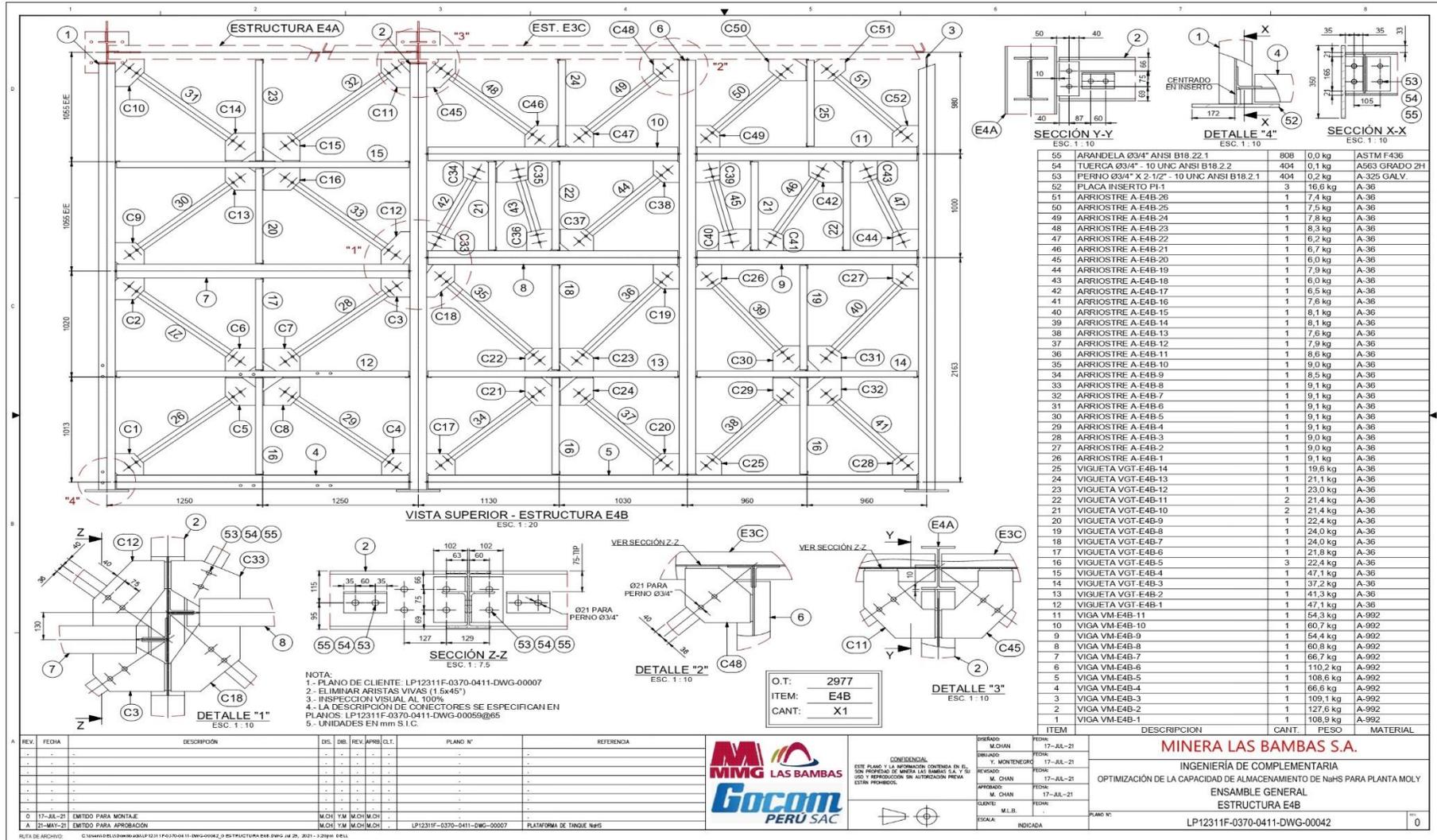
PLANO DE FABRICACIÓN – ESCALERA E5B



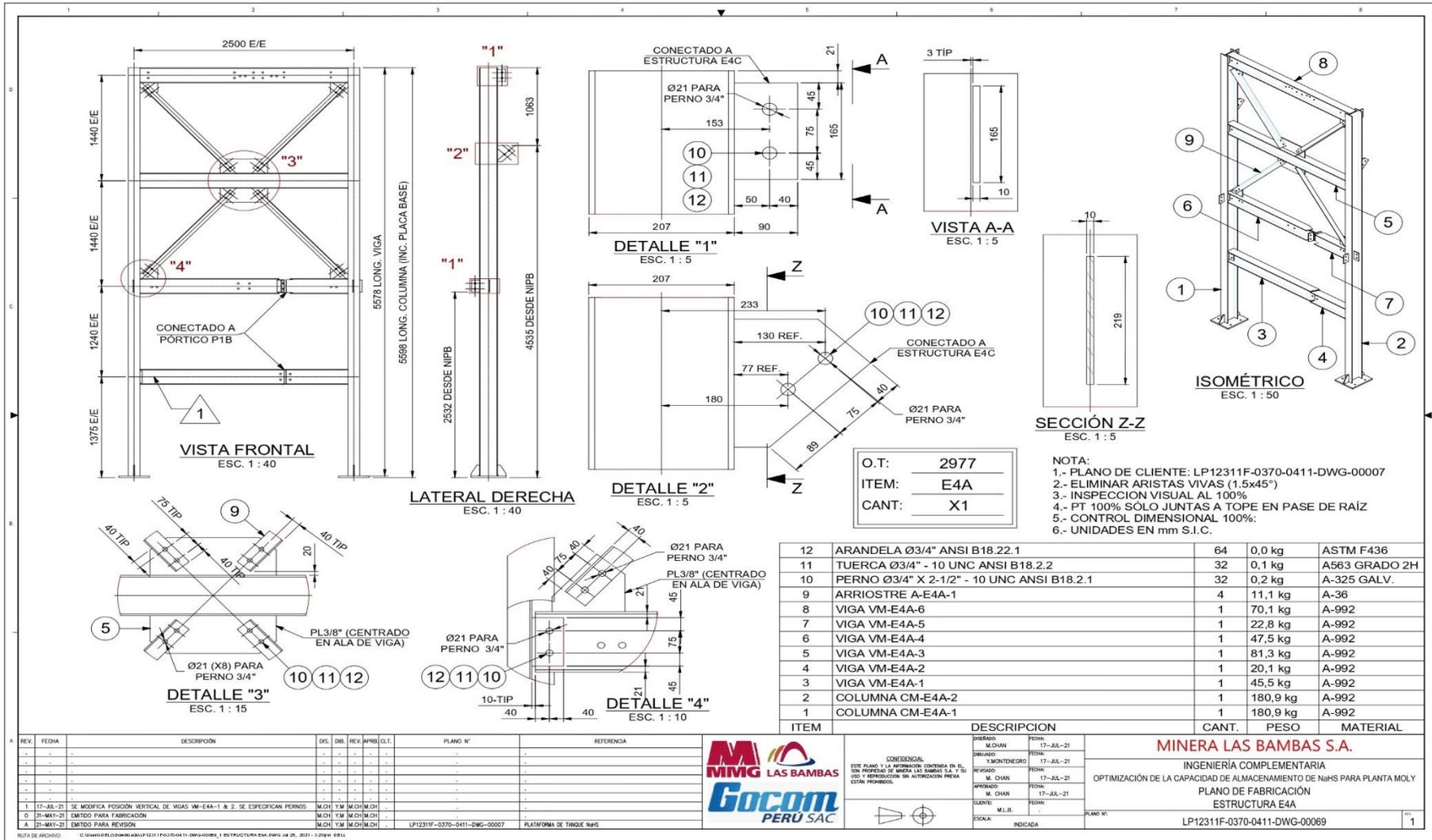
PLANO DE FABRICACIÓN – ESTRUCTURA E5



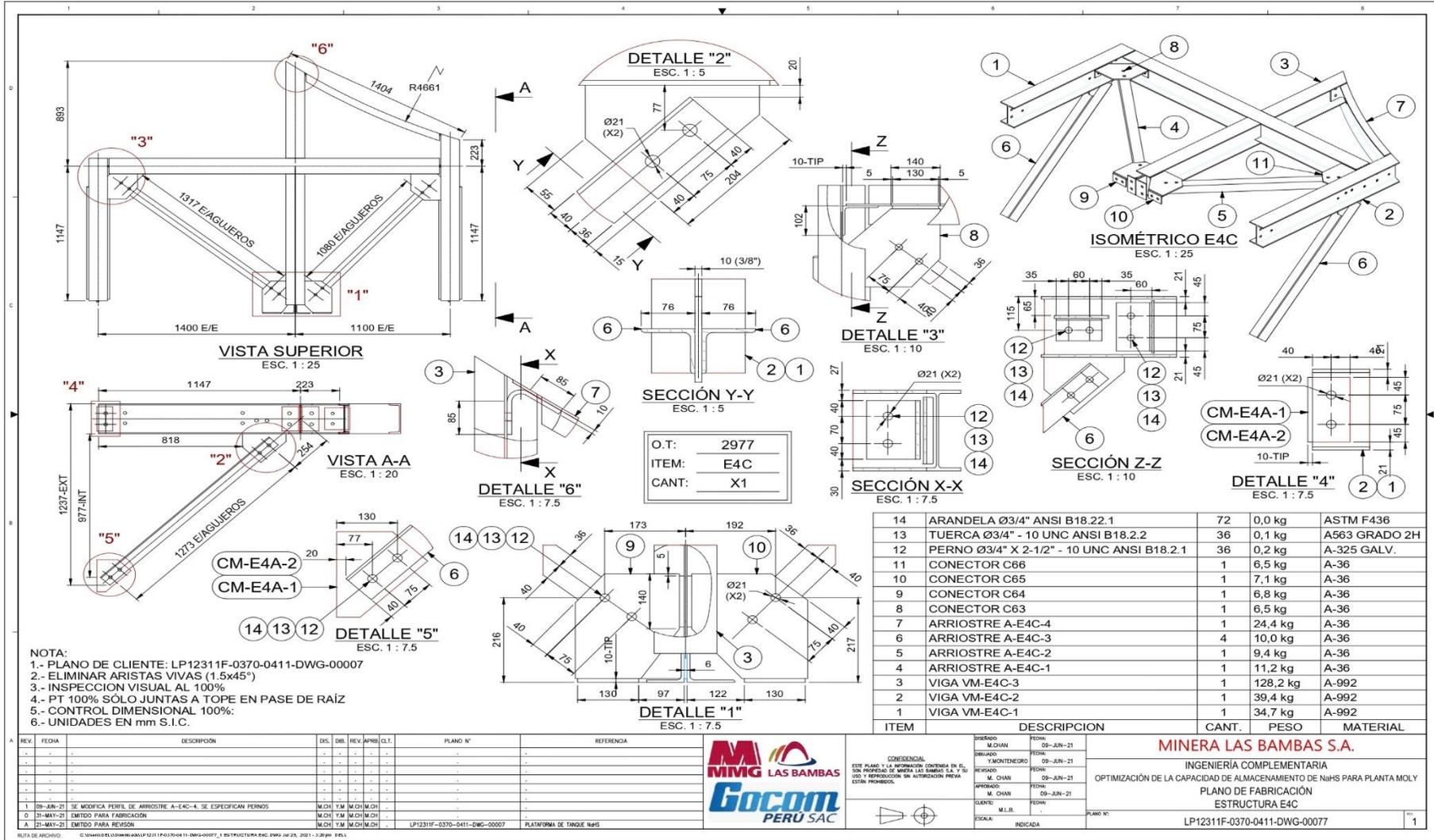
ENSAMBLE GENERAL – ESTRUCTURA E4B



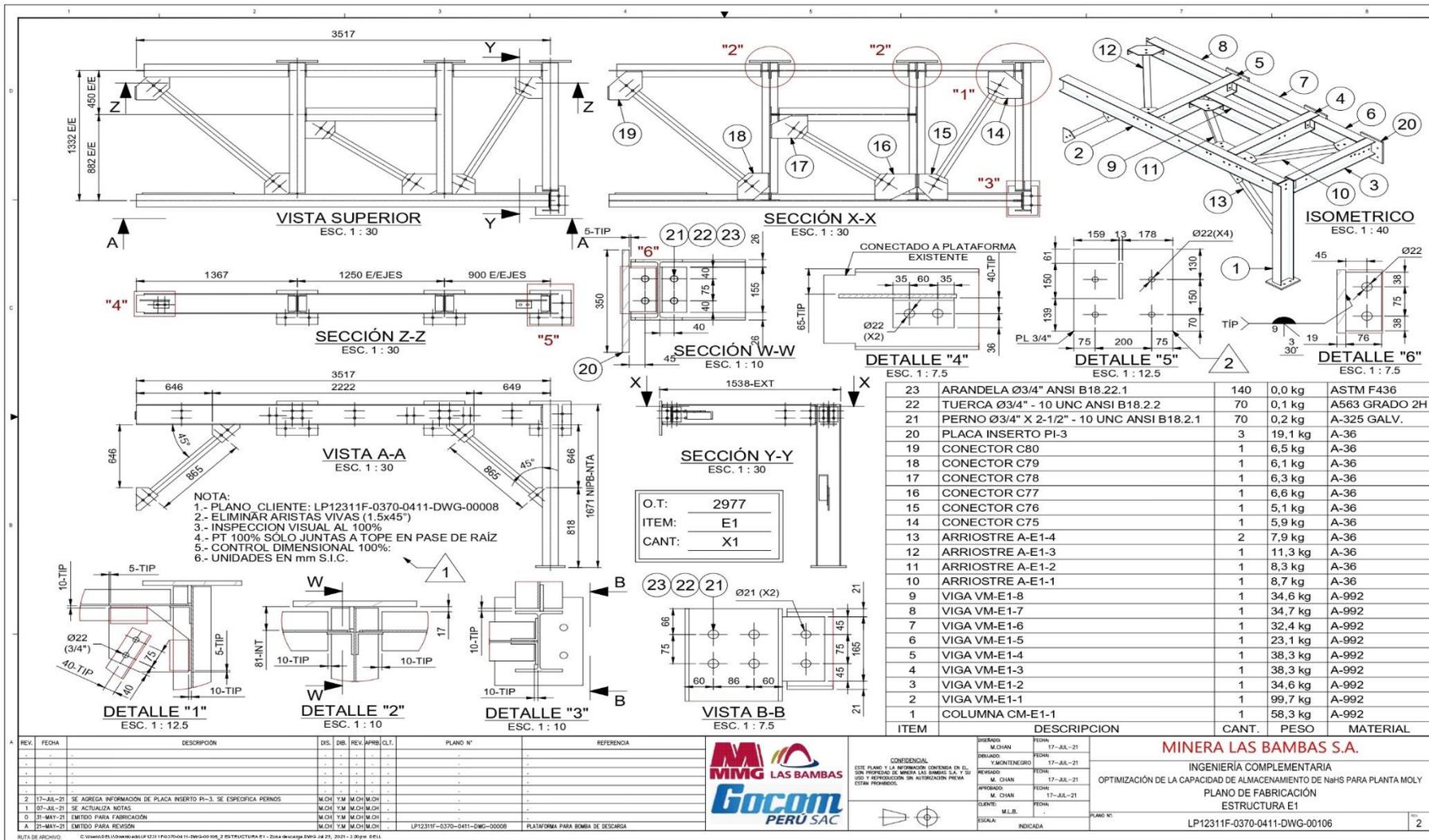
PLANO DE FABRICACIÓN – ESTRUCTURA E4A



PLANO DE FABRICACIÓN – ESTRUCTURA E4C



PLANO DE FABRICACIÓN – ESTRUCTURA E1



PLANO DE FABRICACIÓN – ESCALERA DE GATO EG-EST 1

