

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**PROCESO CONSTRUCTIVO OBRAS CIVILES PARA
EXPLOTACIÓN DE UNA MINA A TAJO ABIERTO**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**ELABORADO POR
JOHNNY JOSÉ HUARCAYA SAAVEDRA**

**ASESOR
Mag. OSCAR GUILLERMO MIRANDA HOSPINAL**

Lima- Perú

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los Derechos Reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir el Trabajo de Suficiencia Profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos”

HUARCAYA SAAVEDRA. Johnny José

jjhuarcayasv@gmail.com

950650248

DEDICATORIA

A mis padres por su invaluable amor y enseñanzas para no desmayar en el camino a lograr mi profesión. A mis hijos que son el motivo de mi continuo esfuerzo por lograr mejoras en la vida. A mis hermanos en la persona de mi hermana Edith que siempre confió en mi al igual que mi Madre Epifanía.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Epifanía Saavedra Contreras mi agradecimiento póstumo por toda su dedicación y amor para darme educación y valores de vida.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
PRÓLOGO	5
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABLAS.....	10
LISTA DE SÍMBOLOS	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. GENERALIDADES.....	12
1.1.1. ANTECEDENTES.....	12
1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
1.2. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2.1. RELACIONES COMUNITARIAS MINERA-CONTRATISTA-POBLACIÓN ALEDAÑA	15
1.2.2. FACTOR CLIMÁTICO.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	20
2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. LEAN CONSTRUCTION	20
2.1.2. LOOKHEAD PLANNING	21
2.1.3. CALIDAD ISO 9000, 2005.....	22
2.1.4. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE ISO 45001	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL	22
2.2.1. CURVA S.....	22
2.2.2. VALOR GANADO	23
2.2.3. VALOR PLANIFICADO	23
CAPÍTULO III. ÁREAS DE SOPORTE.....	24
3.1. ÁREA SSOMA	24
3.2. ÁREA DE CALIDAD.....	30
3.2.1. ALCANDE DE PLAN DE CALIDAD.....	34
3.3. INGENIERIA DE OBRA	35
3.4. CONTROL DE PROYECTOS	37
3.5. PROCURA.....	48
3.6. ADMINISTRACIÓN.....	50

CAPÍTULO IV. ACTIVIDADES PRELIMINARES	52
4.1. GENERALIDADES.....	52
4.2. FACTORES CLAVE Y FACTORES DE ÉXITO	53
4.3. MOVILIZACIÓN	54
4.3.1. TALLER DE FIERRO	57
4.3.2. TALLER DE CARPINTERÍA.....	58
CAPÍTULO V. PROCESO CONSTRUCTIVO PLANTA SULFUROS DEL PROYECTO MINA JUSTA	61
5.1. ALCANCE DEL PROYECTO	61
5.2. PLANTA DE SULFUROS.....	63
5.2.1. SUBFRENTE 1: CHANCADO Y MANEJO DE SULFUROS	67
5.2.2. SUBFRENTE 2: CONCENTRADORA.....	106
5.2.3. SUBFRENTE 3: SERVICIOS DEL CONCENTRADOR	114
CAPÍTULO VI. RESUMEN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS	117
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126
ANEXOS	128

RESUMEN

El presente Informe de Competencia Profesional esta referenciado al trabajo desarrollado por el Consorcio CCICSK (consorcio Cosapi -ICSK) en el Proyecto Mina Justa, que gana la Buena Pro de parte de Marcobre S.A.C. para ejecutar los siguientes trabajos: área 2100 Chancado de Sulfuros y manejo de Mineral Triturado, área 2200 Concentradora, área 2300 Facilidades del Concentrador, área 4000 Infraestructura y Servicios Públicos y área 3110 Trituración y transporte primario de óxidos.

El suscrito como ingeniero empleado del Consorcio CCICSK, fue designado como jefe responsable de las obras civiles de la Planta de Sulfuros que comprende:

- ✓ Área 2120 Stock Pile y Recuperación, área 2130 Circuito Chancado Secundario, área 2140 Circuito Chancado secundario.
- ✓ Área 2200 Concentradora.
- ✓ Área 2300 facilidades del Concentrador.

Por lo que el presente informe detalla el proceso constructivo desarrollado en la ejecución de las obras civiles mencionadas en los ítems anteriores, pero dada la cantidad de Estructuras involucradas en cada área, es que se ha tomado como referencia la estructura más importante de cada área como es:

- ✓ área 2120, se detalla la ejecución de la tolva 2141-BN-204
- ✓ área 2200, se detalla la ejecución de la Molino de Bolas 2223-ML-201
- ✓ área 2300, sub estación 2373-SS-203

El informe hace énfasis en el proceso constructivo llevado a cabo, el invaluable apoyo de todo el EDP participando en todas las reuniones de coordinación y de gestión que se llevaron a cabo y que fueron condiciones necesarias para garantizar la ejecución exitosa del Proyecto durante todas sus etapas principales. Las capacidades, competencias y experiencia del personal directo e indirecto integrantes del proyecto y el soporte de personal de sede central de la empresa contratista garantizaron el producto que cumplió con los más altos estándares de Seguridad, Calidad y Producción. Para esto, el Contratista conto con un Equipo de Dirección de Proyecto (EDP) altamente calificado y con extensa experiencia en proyectos similares.

ABSTRACT

This Report of Professional Competence is referenced to the work developed by the CCICSK Consortium (Cosapi -ICSK consortium) in the Mina Justa Project, which won the Good Pro from Marcobre S.A.C. to execute the following works: area 2100 Sulphide Crushing and handling of crushed ore, area 2200 Concentrator, area 2300 Concentrator Facilities, area 4000 Infrastructure and Utilities and area 3110 Crushing and primary transport of oxides.

The undersigned, as an engineer employed by the CCICSK Consortium, was appointed as chief responsible for the civil works of the Sulphide Plant comprising:

- ✓ Area 2120 Stock Pile and Recovery, area 2130 Secondary Crushing Circuit, area 2140 Secondary Crushing Circuit.
- ✓ Area 2200 Concentrator.
- ✓ Area 2300 Concentrator facilities.

Therefore, this report details the construction process developed in the execution of the civil works mentioned in the previous items, but given the number of structures involved in each area, the most important structure of each area has been taken as a reference, such as:

- ✓ area 2120, details the execution of hopper 2141-BN-204
- ✓ area 2200, the execution of the Ball Mill 2223-ML-201 is detailed.
- ✓ area 2300, substation 2373-SS-203

The report emphasizes the construction process carried out, the invaluable support of the entire EDP participating in all the coordination and management meetings that took place and that were necessary conditions to guarantee the successful execution of the Project during all its main stages. The skills, competencies and experience of the direct and indirect personnel involved in the project and the support of the contractor's head office staff ensured a product that met the highest safety, quality and production standards. For this, the Contractor relied on a highly qualified Project Management Team (PMT) with extensive experience in similar projects.

PRÓLOGO

Quiero mencionar que iniciar este trabajo para obtener mi Titulación como Ingeniero Civil, representa un hito en mi vida que no pude lograrlo en su momento por razones diversas, ahora quiero plasmar en este informe toda mi experiencia vivida en el desarrollo de mi vida profesional en la construcción civil, la mayor parte en la ejecución de obras de envergadura como son Plantas Industriales en el sector minero. Que sirva a quienes tengan la oportunidad de leerlo para tenerlo como una referencia de ayuda para afrontar este difícil camino de trabajos en Plantas Industriales, pues en el proceso de las obras civiles interactúas con disciplinas como el Montaje de Estructuras, Equipos, la disciplina Eléctrica, que sin afectar su productividad debe también uno avanzar en su programa, y teniendo como norte los 3 pilares de la construcción Seguridad, Calidad, Producción en ese orden pues el valor humano es primero.

Los primeros bosquejos y avances iniciaron a mediados del 2020, una vez terminado mi participación en el proyecto Mina Justa, que es la razón del presente informe, aprovechando mis experiencias anteriores en minas similares de explotación a tajo abierto, las mismas que fueron ejercidas en el sector privado como desarrollo de la Ingeniería Civil , siendo empleado de la empresa COSAPI S.A. sin embargo, la elección final del título del presente no fue hasta semanas posteriores que opte por definirlo.

La recolección de información fue gradual de cada proyecto que participaba, anotando mis lecciones aprendidas propias de cada una de ellas, reportes de informes semanales, mensuales, reuniones de coordinación, capacitaciones, información propia del banco de datos de la empresa a la cual sirvo y que está disponible para su personal, tesis similares, bibliografía; contando con el valioso apoyo de mi tutor MSc / Ing. Oscar Miranda Hospinal fue crucial para la adecuada y clara redacción de la información recolectada, y que estuviera acorde a la estructura predefinida por la escuela de la carrera profesional.

Asimismo, me gustaría hacer énfasis en la etapa de producción del proceso constructivo, detallado en el Cap. IV del presente documento, dada mi experiencia en dicho campo, desde mi inicio propio en el mundo de la construcción, primero como

obrero en la empresa Cosapi por 8 años, luego tuve un periodo de 5 años en el INFES – MVCS llegando a tener el cargo de Jefe Zonal donde pude ver la ejecución de colegios, de allí ingresé al sector privado nuevamente con Cosapi iniciando como ingeniero de campo, ingeniero jefe de frente, ingeniero jefe de producción a la fecha que tengo 15 años de experiencia adicionales.

Por las razones expuestas en el párrafo anterior, sin temor a equivocarme, sé que la información tratada será de ayuda para las futuras generaciones de estudiantes que se planteen la siguiente pregunta: ¿De qué manera puedo emplear en campo, lo aprendido teóricamente? Finalmente me gustaría agradecer a mis padres Nicanor y Epifanía, al Ing. Cesar Coloma Chumacero y a mi asesor Ing. Oscar Miranda Hospinal.

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Mapa de ubicación del proyecto.....	17
Figura N°2: Determinación del alcance del Sistema Gestión SSOMA.....	25
Figura N°3: Compromiso de la contratista y supervisión con la seguridad	26
Figura N°4: Contexto de la organización.....	26
Figura N°5: Cuadrilla de trabajo y supervisor elaboran IPERC.	27
Figura N°6: Izaje de cargas, requiere PTAR	28
Figura N° 7: Pruebas de control del concreto fresco	30
Figura N° 8: Ensayo de densidad de campo tomados en el proceso constructivo...	31
Figura N° 9: Rotura de probetas en laboratorio del Consorcio	33
Figura N° 10: Mapa de Procesos del Proyecto Mina Justa.	35
Figura 11. Desarrollo de la Curva S integral del proyecto	41
Figura 11- A. Elaboración de la Curva S en la disciplina civil.....	43
Figura N° 12: Reunión semanal en campo del residente y línea equipo supervisor.....	44
Figura N° 12- A: se muestra una captura de la programación 3WEEK.	44
Figura N° 13: Capacitación de obreros y empleados.	51
Figura N° 14: Esquema de llegada optima de recursos a obra.	55
Figura N°15: Esquema de distribución Almacén, Talleres y Oficinas CC-ICSK.....	56
Figura N° 16: Esquema de distribución del Taller de acero.....	57
Figura N° 17: Vista aérea de la Planta de Sulfuros	59
Figura N° 18: vista panorámica de la Planta de Sulfuros	60
Figura N° 19: Layout de obra Mina Justa.....	62
Figura N° 20: WBS Planta de Sulfuros.....	65
Figura N° 21: Estructuras comprendidas dentro del área de la Planta de Sulfuros .	66
Figura N° 22: Vista BIM de la Planta de Sulfuros	67
Figura N° 23: Chancado y Manejo de Sulfuros	68
Figura N° 24: Habilitación SSOMA (batería de residuos, barandas rígidas, señalizaciones etc.)	69
Figura N° 25: Área de proyección de stacker.....	70
Figura N° 26: Esquema de proceso de construcción	71
Figura N° 27: Proceso constructivo.....	72
Figura N° 28: Diagrama de flujo.....	74
Figura N° 29: Estrato de roca a eliminar	75
Figura N°30: Estrato rellenado con solado.....	75

Figura N° 31: Fundación con material heterogéneo y conformación de NFC.....	76
Figura N° 32: Sobre ancho de seguridad de talud.....	78
Figura N° 33: Colocación del solado y trazo de proyección de estructura.....	78
Figura N° 34: Planilla área Ingeniería de despiece de Plano del Proyecto, para habilitado.	79
Figura N° 35: Taller de Habilitado de acero.	79
Figura N° 36: Detalle del acero de refuerzo y plantillado 1ra capa de malla inferior.....	80
Figura N° 37: Plantillado y colocación acero 1ra malla.	81
Figura N° 38: Fijación del acero 1ra capa malla inferior y burritos, uso de tricapas para transito personal.	82
Figura N° 39: Colocación del acero en Obra.....	833
Figura N° 40: Colocación del acero vertical de los muros	84
Figura N° 41: Colocación del encofrado.....	85
Figura N° 42: Habilitación de 3 puntos descarga directa con chutes.....	86
Figura N° 43: Sketch de Colocación del concreto	87
Figura N° 44: Prueba en vacío, alcance de bomba telescópica, descarga chute mixers.	90
Figura N° 45: Trabajos previos a la colocación de concreto.....	90
Figura N° 46: Esquema de distribución del 1er vaciado masivo (zapata de tolva 2141)	91
Figura N° 47: Disposición de Vaciado de concreto en zapata Tolva 2141	92
Figura N° 48: Reuniones del equipo trabajo.....	93
Figura N° 49: Secuencia del muestreo de concreto fresco.....	93
Figura N° 50: Colocación de concreto, descarga y vibrado del concreto.....	94
Figura N° 51: Colocación de concreto en zapata de Tolva 2141	95
Figura N° 52: Reglado y frotachado del concreto fresco, para acabado zapata Tolva 2141	96
Figura N° 53: Microclima nocturno, durante 3 días de zapata de Tolva 2141.....	97
Figura N°54: Curado del concreto con yute y agua por 7 días en zapata de Tolva 2141	98
Figura N°55: desencofrado y curado de zapata	99
Figura N° 56: Proyección de los Muros 2M1, M2, M3 escarificado de su superficie.	99
Figura N° 57: Colocación del Andamios (modulado ULMA) para colocación de acero en muros	100
Figura N° 58: habilitación de paneles modulares, para izaje a posición final en muro.	102

Figura N° 59: Encofrado de muros con paneles modulados e izados con grúa telescópica.....	103
Figura N° 60: Plano modulación para encofrado de Losa elevada.....	104
Figura N° 61: Estructura terminada de la Tolva 2141 como obra civil.	105
Figura N° 62: Estructuras comprendidas dentro del sub frente 2	106
Figura N° 63: Vista isométrica del Molino	107
Figura N° 64: Relleno de subzapata de mejoramiento área proyectada de Molienda.	107
Figura N° 65: Vista de zapata del Molino, colocación de concreto con 3 bombas telescópicas	108
Figura N° 66: Esquema de Flujo de vaciado de concreto en Molino de Bolas.....	109
Figura N° 67: Colocación de concreto en zapata de Molino en turno nocturno.	110
Figura N° 68: Microclima y Curado del concreto por empozamiento post vaciado por 3 días.....	112
Figura N° 69: Curado de concreto con protección de mantas de lana de fibra de vidrio.	112
Figura N° 70: Muros de Molino y servicio con montaje de equipos.	113
Figura N° 71: Estructuras de servicios del Concentrador	115
Figura N° 72: SE y SEE ya ejecutados como obra de concreto y movimiento de tierra.	115
Figura N° 73: Cimentación de concreto de Servicios de Aire y anillo de Concreto para Tanque.	116

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Trabajos de alto riesgo.....	28
Tabla N° 2: Relación de procedimientos PETS de la disciplina civil.....	29
Tabla N° 3: Matriz de Calidad de la Disciplina Civil.....	32
Tabla N° 4: Funciones del área de Control de Proyectos.....	37
Tabla N° 5: funciones del sub área de Productividad.....	38
Tabla N° 6: Datos recopilados para el desarrollo de la Curva S.....	38
Tabla N° 7: Valores Programados para el desarrollo de la Curva S.....	39
Tabla N° 8: Valores ganados HH para el desarrollo de la Curva S.	39
Tabla N° 9: Valores reprogramados para el desarrollo de la Curva S.	40
Tabla N° 10: Disciplina Civil Curva S.	42
Tabla N° 11: Tareas principales a desarrollar por el área de Procura y Logística ...	49
Tabla N° 12: Funciones del área de Administración.....	50
Tabla N° 13: Acero en Obra.....	57
Tabla N° 14: Recursos usado en taller de acero.....	58
Tabla N° 15: Recursos usado en taller de carpintería	59
Tabla N° 16: Áreas del Proyecto Mina Justa.....	61
Tabla N° 17: Alcance del Proyecto	62
Tabla N°18: Distribución de la Planta de Sulfuros.....	63
Tabla N° 19: Planos planta sulfuros.....	63
Tabla N° 20: Estructuras de Planta de Sulfuros	66
Tabla N°21: Descripción de estructuras.....	67
Tabla N° 22: actividades de habilitación del área de trabajo	69
Tabla N°23: Tipo y disposición de material de excavación.....	77
Tabla N°24: Descripción de actividades previas al vaciado de concreto.....	86
Tabla N° 25: distribución de personal para vaciado concreto masivo	88
Tabla N°26: Enumeración de estructuras ejecutadas en subfrente 2.....	106
Tabla N°27: Enumeración de estructuras ejecutadas en subfrente 3.....	114

LISTA DE SÍMBOLOS

PPI:	Plan de Puntos de Inspección.
PV:	Valor Planeado.
PAC:	Porcentaje de Actividades Completadas.
RFI:	Requerimiento de Información.
RO:	Resultado Operativo.
RES:	Resumen Ejecutivo Semanal.
SSOMA:	Seguridad, salud Ocupacional y Medio Ambiente.
SGC:	Sistema de gestión de calidad.
WBS:	Estructura de Descomposición del Trabajo.
QA:	Aseguramiento de la Calidad.
QC:	Calidad en la Construcción.
JG:	Jefe de grupo
TOC:	Cota superior final de la colocación de concreto en un elemento.
PGC:	Plan de Gestión de la calidad.
ITP:	Inspection Test Plan.
GP	Gerente de Proyecto
MOI	Mano de Obra Indirecta
MOD	Mano de Obra Directa
GGE	Gerente General
GCO	Gerente de Construcción
OCO	Oficina de Calidad en Obra
RNC	Reporte de No Conformidad
JCP	Jefe Control de Proyecto
ICO	Inspector de Calidad de Obra
CCICK:	Consortio COSAPI-ICK
TNC:	Trabajos no contributivos
TC:	Trabajos contributivos
TP:	Trabajos productivos
EMPO:	Examen médico pre ocupacional
EDP:	Equipo de dirección del proyecto
EPCM:	Ingeniería, Procura, Gestión de Construcción
ESTM:	Estaciones meteorológicas

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. ANTECEDENTES

El proyecto consiste en el desarrollo de una mina a tajo abierto y de instalaciones para el proceso de aproximadamente 18 millones de toneladas anuales de minerales de óxidos y sulfuros con contenido de plata, para obtener en promedio 105,000 toneladas anuales de cobre.

La Entidad contratante Marcobre Perú S.A.C. es propietaria de Mina Justa que está ubicada en Marcona, y ha otorgado la Buena Pro al Consorcio Cosapi – ICSK para la ejecución del Montaje e Instalaciones para la Planta de Sulfuros y Manipuleo de Materiales del Proyecto Mina Justa, en octubre 2018.

El presente informe se enfoca en el proceso constructivo de las Obras Civiles en el área de la Planta de Sulfuros que comprende 3 sub áreas (Circuito de chancado y manejo de Sulfuros, Concentradora y facilidades del Concentrador) ejecutadas en el proyecto Mina Justa, en la cual el suscrito se desempeñó como jefe de frente, con el soporte de su experiencia profesional adquirida en la ejecución de proyectos anteriores similares (Toromocho, Antamina, Toquepala).

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El alcance del Proyecto a ejecutar por el contratista Consorcio Cosapi - ICSK (CCICSK) comprende el montaje e instalaciones para la Planta de Sulfuros y Manipuleo de Materiales del Proyecto Mina Justa. Esta planta consta de las siguientes áreas principales:

- ✓ 2100 Trituración de Sulfuro y Manejo de Mineral Triturado.
- ✓ 2200 Concentrador
- ✓ 2300 Servicios del Concentrador
- ✓ 4000 Infraestructura y servicios en el Sitio
- ✓ 3110 y 3111 Trituración y Transporte Primario de Oxidos.

Incluye además el suministro e instalación de equipos, provisión y colocación de materiales, insumos y personal necesarios que permitan ejecutar el trabajo de manera segura, ordenada y dentro de los plazos establecidos.

Los trabajos incluidos en este alcance comprenden principalmente:

- ✓ Obras civiles y de concreto
- ✓ Montaje de estructuras metálicas
- ✓ Montaje, tendido y empalme de fajas transportadoras
- ✓ Montaje de clarificadores/espesadores
- ✓ Montaje de Chancadora de quijadas (Chancado Primario de Sulfuros)
- ✓ Montaje de Chancadora de giratoria (Chancado Primario de Óxidos)
- ✓ Montaje de Chancadoras de cono para chancado secundario
- ✓ Montaje de HPGR para chancado terciario
- ✓ Montaje de zarandas
- ✓ Montaje de molinos de bolas
- ✓ Montaje de celdas de flotación
- ✓ Montaje de equipos de proceso
- ✓ Instalación de tuberías de distintos materiales y diámetros
- ✓ Montaje de sub-estaciones y transformadores
- ✓ Instalaciones eléctricas y de instrumentación
- ✓ Pre-comisionamiento de las instalaciones ejecutadas

Estos trabajos se ejecutarán en conformidad con las especificaciones, planos, documentación técnica, Condiciones Generales del Contrato y las Condiciones Especiales de Contratación.

1.2. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La minería en el Perú tiene sus inicios desde la época pre inca, en culturas como Chavín de Huántar, **Paracas**, **Nazca**, Mochica Tiahuanaco, Wari; el uso del cobre recién se dio en la meseta peruano – boliviana con la cultura Tiahuanaco, siendo su uso principal de carácter ornamental y de defensa.

En la época Inca la metalurgia tuvo un mayor desarrollo, básicamente se dio la explotación de oro y plata, cobre en menor escala, en el sur del imperio donde se descubrió el uso del bronce (cobre más estaño) los incas propagaron su uso a las otras regiones.

Durante los primeros años en la época colonial, los españoles se dedicaron a la distribución de las riquezas del imperio incaico; luego de eso se dedicaron a la explotación de minerales preciosos como el oro y la plata con la explotación y exterminio por malas condiciones de trabajo para los indios. En este periodo un hecho importante fue el descubrimiento de ricas minas de Azogue (mercurio, usado para el tratamiento de la plata) en el departamento de Huancavelica.

En la época republicana, la minería decae considerablemente, las instalaciones mineras eran destruidas por causa de los saqueos y la mano de obra de la mayoría de los obreros eran reclutados para defender al país. La poca actividad minera se concentro en el centro del país.

La minería en el siglo XX y en la actualidad, la explotación principal de la plata fue reemplazado por el auge del cobre. Cobra importancia la creación de la Dirección de minas y petróleo año 1922, la creación del banco minero del Perú año 1942 y la fundación del Instituto geológico 1944, llegando el Perú a registrar la producción de 20 metales en los últimos 50 años.

En 1971 se promulgo una nueva “Ley General de Minería” mediante el Decreto Ley 18880, con lo cual se establece que los yacimientos mineros son propiedad del estado. En Marcona se tenia la Marcona Mining Company y con la intervención del estado se convirtió en Hierro Perú, la producción de cobre en esta etapa decayó.

La realidad actual del sector minero a partir de mediados de la década de los ochenta el sector entra en una etapa de franca recuperación, básicamente por la privatización de las empresas publicas mineras.

Minsur S.A. es una de estas empresas, quien es accionista mayoritario de Marcobre empresa titular de Mina Justa, cuya producción principal es concentrado de cobre (en el año 2021 ha producido 85,000 toneladas de cobre fino).

Para la construcción de este tipo de proyectos mineros se presentan muchos problemas que deben de ser evaluados previamente por el contratista desde el proceso de licitación, de no ser así se puede tener un impacto negativo en costo y tiempo que afecte al proyecto, en el presente informe vamos a mencionar desde un punto de vista analítico crítico, algunos de ellos que son relevantes y muchas veces no considerados en su real magnitud.

1.2.1.RELACIONES COMUNITARIAS MINERA-CONTRATISTA-POBLACIÓN ALEDAÑA

Uno de los principales impactos a nivel macro del Proyecto está referido a la inversión necesaria para su desarrollo, esta inversión se traducirá principalmente en compras y contrataciones, en el mercado local mediante la Política de Compras Locales, recurriendo al extranjero cuando sea necesario.

Como Contratista la empresa ejecutora se encuentra obligado a cumplir con las Instrucciones, Procedimientos, políticas y líneas directrices que imparta la Compañía sobre las relaciones con las Comunidades Campesinas del entorno del Sitio, de tal forma que el cumplimiento de las obligaciones del Contratista no afecte o perturbe la relación pacífica y armoniosa con dichas Comunidades Campesinas.

En los proyectos tenemos mano de obra calificada (operadores, operarios, oficiales) y mano de obra no calificada (peones, vigías). De ambos, es prioritario que la mano de obra calificada cuente con experiencia mínima en la ejecución de proyectos similares. Lo anterior, sumado a su buen desempeño, contribuye mucho para tener un “Trabajo Productivo”. Pero sucede que en estos últimos tiempos el Cliente y los dirigentes sindicales locales exigen una mayor participación de mano de obra local o regional y allí se presentan inconvenientes como:

- ✓ El personal local en su mayoría no tiene experiencia en Obras de gran magnitud respecto a estos proyectos de “Plantas Industriales” en donde los procesos constructivos involucran métodos que deben cumplir con altos estándares de seguridad y Calidad.
- ✓ En estos casos, debemos tener una mayor presencia de supervisión en terreno para evaluar deficiencias y activar medidas correctivas.
- ✓ Evaluar al personal local previo a su ingreso a obra.
- ✓ Reclasificar y reubicar personal de acuerdo a su real desempeño operativo en áreas menos críticas del proceso constructivo.
- ✓ Capacitación periódica del personal en temas de Seguridad, Calidad y procesos constructivos.

1.2.2. FACTOR CLIMÁTICO

El proyecto Mina Justa está situado a 25 km al noreste de la ciudad costera de San Juan de Marcona en la provincia de Nazca, departamento de Ica – Perú. El lugar se caracteriza por ser de zona árida, y clima cálido y húmedo, con poca precipitación durante todo el año. Se registran temperaturas promedio de 25°C, y su altitud desde una cota mínima de 500 msnm hasta alcanzar los 1200 msnm.

Los valores obtenidos de temperatura, precipitación, humedad, viento son tomados de las ESTM (estaciones meteorológicas) Mina Justa (local), Copara (regional); los factores de mayor impacto al proceso constructivo en el área del proyecto son los siguientes.

1.2.2.1. TEMPERATURA AMBIENTE

Las temperaturas bajas del aire en el Proyecto se registran entre los meses de junio a setiembre, alcanzando valores mínimos en el mes de julio (6.7°C y 9.3°C). Por el contrario, las temperaturas máximas alcanzan los 26.8°C ESTM Mina Justa y 33.4°C en la ESTM Copara en el mes de abril.

Este problema de temperatura alta en el proyecto se dio en mayor criticidad por su dimensión e importancia, para el vaciado masivo de la Cimentación del Molino de Bolas 2223-ML-201 de 1,100m³.

1.2.2.2. VIENTO

La velocidad promedio mensual del viento obtenida de las ESTM local Mina justa y regional Copara presentan un comportamiento constante a lo largo de todos los meses del año, con valores de 2.3 m/s a 3.1 m/s y de 4.4 m/s a 5.1 m/s respectivamente. La velocidad del viento en la ESTM Mina Justa presenta una fuerte predominancia en el componente sureste, la cual se presenta a lo largo de todas las horas del día de todas las estaciones del año. Los vientos paracas durante los meses de agosto a septiembre, llegan a alcanzar velocidades entre 50 y 60 km/h.

Durante el desarrollo del proceso constructivo, se presentaron condiciones de vientos fuertes en los meses de abril – mayo en horas de la tarde con velocidades mayores de 30 km/h que afectaban la continuidad de los trabajos de izaje con las grúas

telescópicas y/o camiones grúa; esto se ha dado sobre todo en los izaje críticos donde la carga superaba el 70% de la capacidad del equipo grúa.

1.2.2.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto está ubicado aproximadamente a 500 km al sudeste de Lima y 35 km al sudoeste de la capital de Nazca, en la provincia de Nazca. Paralelamente, se encuentra al noreste de la ciudad de San Juan de Marcona, a unos 25 km. Adicionalmente, cabe precisar que el proyecto se encuentra entre las coordenadas $15^{\circ}08'S$ y $75^{\circ}04'O$.

Figura N°1: Mapa de ubicación del proyecto.



Fuente: Cosapi S.A.

✓ Callao – Mina Justa

El acceso al sitio del proyecto por carretera es aproximadamente de 6 a 7 horas desde la ciudad de Lima por la carretera Panamericana Sur. El acceso desde la ciudad de Lima comprende los siguientes tramos:

El primer tramo es vía la carretera Panamericana Sur (Ruta nacional PE-1S) desde Lima hasta Nazca (Ica), siguiendo hasta el punto de desvío hacia la ciudad de Marcona. La distancia es aproximadamente 500 km.

El segundo tramo es desde el punto de desvío hacia la ciudad de Marcona (ruta nacional PE-30) hasta el punto de desvío hacia Mina Justa, siguiendo hasta el sitio del proyecto Mina Justa. La distancia es aproximadamente 15 km.

✓ Pisco – Mina Justa

La vía de Pisco a Mina Justa es apta para carga pesada. La vía está compuesta en un 99% de camino asfaltado y un 1% de trocha afirmada. En el proyecto el grueso de personal directo provenía de Ica – Lima – Arequipa, por lo que el Cliente dispuso una empresa de transportes certificada para que movilice al personal tanto de ida y retorno. El transporte de materiales y equipos se realizó con empresas evaluadas y certificadas por el Cliente y la Supervisión, todo equipo trasladado en cama baja o articulado debía de ser ploteado (con 1 o 2 camionetas, dependiendo del ancho de la carga).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Desarrollar un Informe integral analítico crítico del proceso constructivo de las obras civiles de las diferentes estructuras, componentes del flujo de los procesos de obtención del producto final del mineral concentrado.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Describir la importancia de identificar y cuantificar la importancia de establecer una adecuada relación con los recursos propios del entorno geográfico, para involucrarlos durante el desarrollo del proyecto haciéndolos participes del proceso. Tanto como recursos humanos (obreros calificados y no calificados), participación como proveedores varios generando una cadena de producción local

directa e indirecta. Mencionar y describir las acciones y métodos constructivos ejecutados, debido a las condiciones de clima de la zona.

- ✓ Desarrollo y análisis de los procesos constructivos de las obras civiles en la ejecución de las estructuras relevantes del proceso de obtención del mineral concentrado: Tolva de Finos 2141-BN-2.4 del frente Circuito de Chancado, Molienda del Frente de Concentradora, Sala Eléctrica del Frente Facilidades del Concentrador; la descripción y análisis de las acciones consideradas para ejecutar estos trabajos con Seguridad que es el pilar fundamental para el éxito de la culminación de un proyecto.
- ✓ Descripción y análisis de la planificación desarrollada ya en etapa de ejecución considerando las condiciones actuales generadas por la interacción multidisciplinaria que restringía la accesibilidad a frentes de trabajo programados a iniciar y/o continuar el proceso constructivo de dicho frente.
- ✓ Describir los trabajos preliminares y su importancia en un buen arranque del proyecto; una buena movilización de recursos, habilitación de talleres, habilitación de campamento, habilitación de oficinas etc. que coadyuven a un buen arranque del proyecto.
- ✓ Valoración de los procesos constructivos desarrollados en la ejecución de las diferentes estructuras en un proyecto multidisciplinario, siendo la 1ra disciplina el área civil (obras de concreto) que inicia la cadena del proceso constructivo, optimizando el tiempo disponible para que al mismo tiempo que se entrega una estructura, se intervenga la disciplina siguiente (sea Estructuras, Electricidad, Piping) en su fecha programada o antes, avanzando en la ejecución de estructuras colindantes a la que se está entregando, para no verse impactado en su plazo por los cierres de áreas debido a las maniobras u otros que ejecuta la otra disciplina en su proceso constructivo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. MARCO TEÓRICO

Según el Instituto de Gestión de Proyectos (2008), todo proyecto, sin importar sus particularidades, consta de 4 fases: inicio del proyecto, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre del proyecto. Ahora bien, el grado de eficiencia en el desarrollo del proyecto dependerá en gran medida de las bases teóricas que posea el personal contratado para resolver los problemas de diferente naturaleza que pudiera presentarse.

2.1.1. LEAN CONSTRUCTION

Tiene sus inicios en la industria manufacturera Toyota, siendo su principal propulsor Lauri Koskela, del centro de investigación técnica de Finlandia, en su tesis doctoral, propuso la aplicación de estos conceptos Lean al sector construcción señalando la necesidad de contar con una teoría de la Producción para la construcción. EL Lean Construction es una nueva forma de producción, cuyo objetivo es eliminar y/o minimizar las pérdidas en los recursos que usamos para construir un proyecto. Lo que te permite identificar, de manera más detallada y precisa, el flujo de actividades, mejorar la planificación y, por ende, aumentar la productividad. Diversos muestreos de los tipos de trabajo en la construcción, los cuales pueden ser Productivo (TP), Contributorio (TC) y No Contributorio (TNC), nos dicen que alrededor de una tercera parte de la producción está compuesta por desperdicios (Orihuela, 2011).

A pesar que la productividad se define cuantitativamente como una relación directamente proporcional a la cantidad producida e inversamente proporcional a los recursos empleados (ver ecuación 1), existen diversos estudios que señalan al manejo de los recursos (uso de la mano de obra, horas hombre, uso de equipos y materiales, etc.) como el factor determinante en la productividad de obras civiles (Gómez y Morales, 2016; Arcudia, Solís y Baeza, 2004; Ghio, 2001). Sin embargo, una de las características importantes del Lean Construction radica en el enfoque imperioso que impone en el manejo de los recursos, por encima del rendimiento en campo de los mismos.

$$Productividad = \frac{\text{cantidad producida}}{\text{recursos empleados}} \dots (1)$$

Asimismo, se debe considerar la cuantificación de los parámetros de productividad, los mismos que se detallan en las ecuaciones (2) y (3), que expresan la cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo y el rendimiento del personal operativo, respectivamente.

$$Velocidad = \frac{producción}{día} \dots (2)$$

$$Rendimiento = \frac{horas\ hombre}{producción} \dots (3)$$

2.1.2. LOOKHEAD PLANNING

En un proyecto se tiene al inicio un programa guía o maestro que enmarca el principio y fin del mismo, lo cual nos da una visión general del proyecto; al constituirnos en la obra y recibir la entrega de terreno, el equipo de trabajo puede visualizar y contrastar la condiciones reales (accesibilidad de recursos al proyecto, condiciones de terreno en donde se proyectan las estructuras, restricciones varias) desde allí amerita realizar planificaciones cortas de 3 o 4 semanas que nos permita tener un mejor control del proyecto, pues podemos identificar en el corto plazo restricciones que afectarían nuestro proceso constructivo productivo.

En el caso de este informe se optó por realizar 3WEEK, en la que se proyecta la semana siguiente y las 2 subsiguientes, es el área de control de proyectos quien lleva el control y consolidación del mismo; pues para su elaboración tenemos una reunión semanal con la participación de todas las disciplinas donde se proyectan las actividades teniendo como marco el Plan LB0, pero considerando que grado de restricción se tiene por cada una de las partidas, una buena práctica es no programar en la 1ra semana actividades que tienen restricciones que su solución no es clara y puede que no se ejecute, es importante el concepto PAC (porcentaje de actividades cumplidas) pues si programamos una actividad que el riesgo de no ejecutarlo es alto por el tipo de restricción que tiene el %PAC de la semana va salir bajo y eso es considerado una mala planificación; lo que se hace es comprometer responsables directos que hagan el seguimiento oportuno para “limpiar el terreno” o sea liberar las restricciones, de allí la importancia que participen de esta reunión todo el equipo EDP.

2.1.3. CALIDAD ISO 9000, 2005

La calidad se define como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos (ISO 9000, 2005). Aquello sugiere la consulta constante y detallada de un conjunto de dispositivos legales y certificaciones internacionales que permitan contrastar los datos observados en campo con los estándares nacionales e internacionales, y que a su vez permitan la satisfacción completa del cliente.

La Norma Internacional ISO 9001 – 2015 es uno de los principales documentos que se emplean durante el proceso constructivo, puesto que permite formular estrategias basadas en lineamientos que, a su vez, convergen en la satisfacción del cliente. Dichas estrategias deben garantizar una adecuada planificación y control operacional.

2.1.4. SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE ISO 45001

Toda actividad planeada y ejecutada presenta un valor de riesgo, que se traduce en contratiempos y prejuicios para el proyecto y el personal. En ese sentido, cabe señalar que la norma internacional ISO 45001 forma parte integrante de la planificación y toma de decisiones de los encargados de velar por la seguridad ocupacional en el ambiente laboral.

Para el cumplimiento de la seguridad, se hace uso de documentos internos, los mismos que se detallan en secciones posteriores y, además, de dispositivos legales vigentes tales como la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, su reglamento y modificatorias, etc.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Entrando en materia del presente informe, los conceptos que se citan a continuación son aquellos que fueron empleados, en menor o mayor grado, durante el proceso de ejecución del proyecto, con el fin de dar cumplimiento a las metas predefinidas en el área de Seguridad – Calidad – Producción.

2.2.1. CURVA S

Esta denominación de curva “S” se da por la forma que toma el gráfico generado, cuando se colocan los costos acumulados a la programación de actividades de un proyecto (Gráfico de Gantt); esto se convierte en una gran herramienta de control de

costos durante el avance de la obra, la cual se hace cortes de control semanales, trisemanales o mensuales. (Sorto, 2016).

Al inicio se va a visualizar que los costos se van incrementando desde el inicio durante el desarrollo de la construcción, presentando un incremento significativo en un tramo “central” con posterioridad se tendrán incrementos marginales al final de la construcción (un tramo de curva suavizado). Al graficar esta información en el primer cuadrante de un plano cartesiano donde las abscisas corresponderían al tiempo y las ordenadas a los costos. Esta curva S es aplicado a los costos acumulados de las horas de mano de obra, el porcentaje de trabajo y otras cantidades, trazados en relación con el tiempo.

2.2.2. VALOR GANADO

Esta herramienta del “valor ganado” utilizado para el control de proyectos permite no solo cuantificar lo avanzado o trabajado, sino que permite visualizar o proyectar cual sería el status de la obra en un futuro, basado en las restricciones de Costo, tiempo, alcance a las que se suman las restricciones de calidad, satisfacción del cliente y riesgo.

El valor ganado (EV), “es la cantidad presupuestada para el trabajo realmente completado de la actividad del cronograma o el componente del WBS durante un periodo de tiempo determinado” (Universidad Corporativa COSAPI, 2014).

2.2.3. VALOR PLANIFICADO

Este valor asociado al valor ganado y al costo real del trabajo realizado permiten visualizar el ratio de avance (SPI), así como el costo (CPI), si estamos ganando o estamos perdiendo a determinado corte del proyecto.

El valor planificado (PV) “es el costo presupuestado del trabajo programado de una actividad o componente del WBS para ser completado hasta un momento determinado” (Universidad Corporativa Cosapi, 2014).

CAPÍTULO III. ÁREAS DE SOPORTE

Cabe mencionar que en la unidad de negocio a la cual pertenece la ejecución de este tipo de proyectos, la empresa constructora tiene una estructura de trabajo que permite al área de Producción (propiamente ejecutora del proceso constructivo) desarrollar un trabajo productivo cumpliendo los estándares de Seguridad, Calidad y Producción.

Este apoyo parte desde sede central y luego propiamente el Equipo de Dirección de Proyecto (EDP) ubicado en obra, en este informe se menciona a las áreas de soporte en obra; cada una de estas aporta información, controles, alertas, recomendaciones etc. Para lo cual se tienen reuniones semanales del EDP.

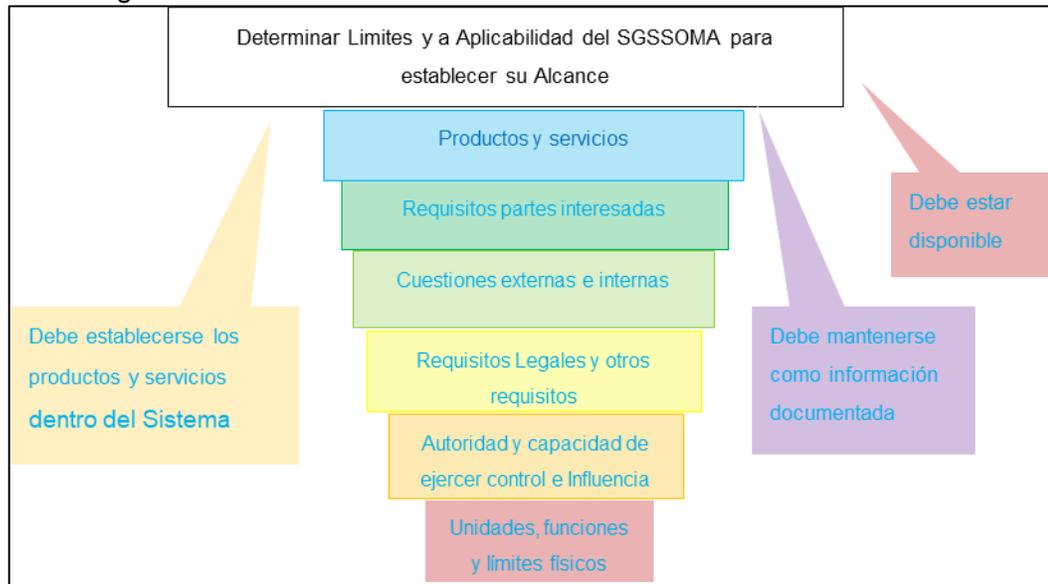
3.1. ÁREA SSOMA

Los trabajos ejecutados en el proyecto son ejecutados bajo los siguientes pilares: Seguridad, Calidad, Producción (tiempo y costo), en ese sentido el área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA) como brazo asesor del área de producción tenía la función de prevenir las lesiones personales, enfermedades ocupacionales e incidentes medio ambientales en el proyecto a través de la coordinación, supervisión, asesoramiento y participación en actividades proactivas y correctivas que aseguren el cumplimiento de los estándares de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente del Cliente, de la empresa y la legislación vigente.

Solicitud de Materiales, Implementos y Dispositivos de SSOMA; para lo cual esta área en coordinación con el área de producción cuantifica los recursos necesarios para atender el proyecto y con el V.B. de la Gerencia del proyecto solicita: uniformes, equipos de protección personal, letreros y señalizaciones, etc. Para lo cual inicia el proceso con la generación de la Orden de Suministro.

Participación en la Elaboración de Planes, Procedimientos e Instructivos de Trabajo Seguro y Medio Ambiente; verifica que las técnicas constructivas escogido por el área de producción cumpla con los estándares de SSOMA del proyecto, de no ser así recomendar las medidas correctivas para su adaptación. Realizar los análisis de riesgo de los procedimientos.

Figura N°2: Determinación del alcance del Sistema Gestión SSOMA



Fuente: Cosapi S.A.

“El alcance para el sistema de gestión **SSOMA, ISO 14001:2015 Y OHSAS 18001:2007**, en cumplimiento de la Normativa Peruana Legal vigente, compromisos contractuales y específicos pertinentes al contexto de la organización y la visión de la Gerencia General, aborda los procesos de contratación y gestión de proyecto para el servicio de Diseño, Ingeniería, Procura y construcción de Proyectos Civiles y Electromecánicos de Edificios y Edificios Singulares, Plantas Industriales, Proyectos Mineros, Industria Básica y de Hidrocarburos, Infraestructura de Transportes, Obras Viales, Saneamientos e Hidráulica, Generación y Transporte de Energía a nivel nacional, en las instalaciones del cliente y las adquiridas de manera temporal por la compañía, tomando en cuenta las relaciones internas y externas, así como los requisitos de las partes interesadas.

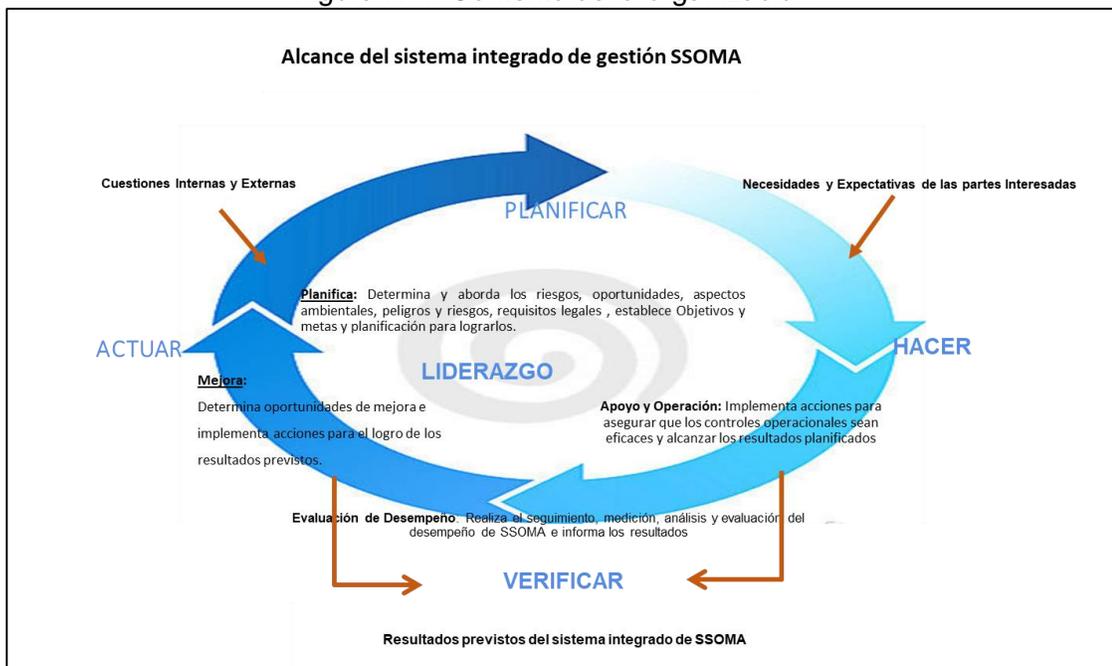
Figura N°3: Compromiso de la contratista y supervisión con la seguridad



Fuente: Cosapi S.A.

El SIGSSOMA está diseñado e implementado con un enfoque basado en una metodología conocida como Planificar – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA).

Figura N°4: Contexto de la organización



Fuente: Cosapi S.A.

En el proyecto como parte de una cultura de prevención en seguridad, salud ocupacional elabora un Reglamento Interno de Seguridad y salud en el Trabajo (RISST), como herramienta de gestión que comprende un conjunto de normas de orden técnico, legal y social con el objetivo de protección de la vida humana, promoción de la salud y la seguridad, protección del medio ambiente.

Los trabajos en el proyecto se ejecutan bajo los principios de los estándares de seguridad mencionados (OHSAS (18001); el área de SSOMA es quien asesora al área de Producción quienes son los que ejecutan directamente la obra, apoyados con el personal que interviene, directa e indirectamente, en el proceso constructivo.

Durante las actividades de producción, es necesario utilizar las siguientes herramientas de gestión de seguridad, con la finalidad de identificar los peligros y disminuir la probabilidad de riesgo.

El **AST** (análisis de seguridad del trabajo); es empleado para la identificación de los peligros asociados en la ejecución de una tarea no rutinaria in situ o no considerada en el IPERC de Línea Base y así establecer los mecanismos de control requeridos para minimizar las posibilidades de pérdidas. Se debe realizar antes del inicio de cada actividad y debe participar todo el personal involucrado en la tarea, aportando en la identificación de los peligros asociados a la tarea a ejecutar en el lugar de trabajo.

Figura N°5: Cuadrilla de trabajo y supervisor elaboran IPERC.



Fuente: Cosapi S.A.

El **IPERC** (Identificación del peligro, evaluación del riesgo y control); todo proyecto cuenta con una Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos de Línea Base (IPERC Base) realizado al inicio, el mismo que debe ser actualizado cada vez que cambien las condiciones de trabajo.

Los trabajadores al inicio de jornada deben de realizar su IPERC Continúo relacionado a la actividad que van a ejecutar, en la cual debe estar indicado secuencia de pasos de la tarea e identificar los peligros, riesgos y los controles asociados a cada paso; para ello tendrán como referencia el IPERC Base, PETS y los estándares de trabajo.

El **PETAR** (Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo); son documentos que contienen instrucciones y requisitos específicos de seguridad para ejecutar trabajos de alto riesgo Y son requisito necesario para la ejecución de trabajos de alto riesgo. En este documento la supervisión debe especificar los pasos del trabajo, quienes lo van a realizar, fecha, hora de inicio y termino del trabajo. Los trabajadores que intervienen en estos trabajos deben ser entrenados y autorizados por el Contratista, participaran en la elaboración del PETAR y lo firmaran para dar cuenta que han tomado y sido informados de las consideraciones necesarias para la ejecución del trabajo.

Tabla N° 1: Trabajos de alto riesgo

ITEM	TRABAJOS ALTO RIESGO
1	Trabajos en altura
2	Trabajos en caliente
3	Trabajos en espacios confinados
4	Trabajo con energía eléctrica
5	Trabajos de izaje de cargas
6	Trabajos de excavación

Fuente: Cosapi S.A.

Figura N°6: Izaje de cargas, requiere PTAR



Fuente: Cosapi S.A.

El **PETS** (Permiso Escrito de Trabajo Seguro); es generado para cada actividad y disciplina de trabajo. Este debe ser elaborado por las áreas de Producción, Calidad y SSOMA de forma coordinada y liderado por producción que es quienes ejecutan los trabajos bajo estándares aprobados por el cliente. El PETS elaborado por la Contratista es derivado a la Supervisión para su revisión y aprobación, una vez aprobado el PETS ya puede ser distribuido y difundido al personal directo que va ejecutar la actividad en mención indicado en el título del PETS. En las obras civiles tenemos algunos de los PETS más frecuentes:

Tabla N° 2: Relación de procedimientos PETS de la disciplina civil

ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN
1	JU-001-06-0508-0000-31-02-0007	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Excavaciones Manuales
2	JU-001-06-0508-0000-31-02-0008	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Excavaciones con Equipo
3	JU-001-06-0508-0000-31-02-0011	Procedimiento Escrito de Trabajo para el uso del deflectómetro de impacto ligero
4	JU-001-06-0508-0000-31-02-0003	Procedimiento de Excavaciones
5	JU-001-06-0508-0000-31-02-0005	Procedimiento de Habilitado y colocación de acero de refuerzo
6	JU-001-06-0508-0000-31-02-0012	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro de Operación, Transporte y Almacenamiento de Densímetro Nuclear
7	JU-001-06-0508-0000-31-02-0014	Procedimiento de encofrado y desencofrado de estructuras de concreto
8	JU-001-06-0508-0000-31-02-0015	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Transporte y eliminación de material excedente
9	JU-001-06-0508-0000-31-02-0016	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Colocación, Compactación y Curado de Concreto en Obra
10	JU-001-06-0508-0000-31-02-0026	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro Trabajo Seguro de relleno y compactación
11	JU-001-06-0508-0000-31-02-0026	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro Trabajo Seguro de relleno y compactación
12	JU-001-06-0508-0000-31-02-0027	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro instalación de insertos/pernos embebidos en concreto
13	JU-001-06-0508-0000-31-02-0031	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Reparaciones de Estructuras de Concreto.
14	JU-001-06-0508-0000-31-02-0042	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Construcción de Muros de Tierra Armada
15	JU-001-06-0508-0000-31-02-0044	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro de montaje de durmientes de concreto
16	JU-001-06-0508-0000-31-02-0062	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Densidad de suelo y roca in-situ por el método de reemplazo de agua en un pozo de prueba

17	JU-001-06-0508-0000-31-02-0078	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro para Instalación de la losa colaborante
18	JU-001-06-0508-0000-31-02-0110	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro Demolición controlada mediante el sistema de corte con Hilo Diamantado
19	JU-001-06-0508-0000-31-02-0117	Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro Impermeabilización de Tanque Séptico

Fuente: Cosapi S.A.

3.2. ÁREA DE CALIDAD

El propósito del Plan de Gestión de la Calidad en este proyecto se dio de tal forma de establecer la manera en que se tenía que planificar, asegurar, controlar, registrar y mejorar los trabajos que se ejecutarían en el Proyecto en las etapas de ingeniería, procura, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento, y de esta forma obtener un trabajo y un producto que cumpliera con las especificaciones técnicas, los requisitos del Cliente y los estándares de calidad de la empresa contratista.

Figura N° 7: Pruebas de control del concreto fresco



Fuente: Cosapi S.A.

El Sistema de Gestión de Calidad estuvo diseñado y fue implementado con un enfoque basado en procesos, sustentado en el modelo especificado por la norma ISO 9001. Esta área ha tenido a su cargo los siguientes procesos: Solicitud de equipos de Inspección; medición y ensayo, generando las órdenes de suministro.

Por otro lado, esta área implementa y da mantenimiento a su sistema de Gestión de Calidad (SGC) a través de la Curva S. Dicha herramienta se ejecuta a través de la obtención de datos en campo respecto a las actividades relacionadas a esta especialidad. El mantenimiento del sistema de calidad implementado se inicia tan pronto como se haya alcanzado un 90% de la implementación medido a través de

una curva “S” de seguimiento. Tanto la implementación como el mantenimiento del sistema de calidad son soportados por la Jefatura de Gestión de Calidad de Sede Central, la cual brinda capacitaciones y auditorías en obra.

Figura N° 8: Ensayo de densidad de campo tomados en el proceso constructivo



Fuente: Cosapi S.A.

Aseguramiento de la calidad: coordinación para la elaboración de planes, procedimientos, instructivos de trabajo y su divulgación; para lo cual se generaron: Planes, Procedimientos e Instructivos, No Conformidades, Auditorías Internas. El jefe de calidad es responsable de coordinar la elaboración de los Procedimientos de construcción del proyecto y de su divulgación, actuando como área integradora para que los procedimientos de construcción describan el plan de ejecución y el análisis de riesgos. Adicionalmente el área de calidad es responsable de realizar auditorías internas en el proyecto para verificar el cumplimiento de los requisitos del Sistema de Calidad. Toda vez que se identifique un incumplimiento, se registrará una No Conformidad.

Control de calidad materiales y productos; comprende todas las actividades que se llevaron a cabo para verificar que la obra cumpla los requisitos previstos por el cliente, para este fin se empleó el Plan de Puntos de Inspección. El control de materiales se realiza antes de cada actividad de construcción, verificando las condiciones de recepción y almacenamiento, los certificados de calidad de los materiales y realizando ensayos de materiales. El control de calidad del producto se realiza durante y al

finalizar cada tarea de construcción elaborando protocolos de construcción y verificando las calibraciones de los equipos IME.

Tabla N° 3: Matriz de Calidad de la Disciplina Civil

Matriz de Calidad de la disciplina Civil				
CUADRO RESÚMEN				
Item	Código Protocolo	Protocolo QC	Total de Protocolos	N° de hojas
1	JU-001-06-0508-0000-08-68-0001	Control de topografía	290	1603
2	JU-001-06-0508-0000-08-68-0002	Registro de verificación de excavación	32	85
3	JU-001-06-0508-0000-08-68-0004	Registro de inspección, habilitación y colocación de acero de refuerzo	51	187
4	JU-001-06-0508-0000-08-68-0005	Registro de inspección de insertos y elementos embebidos	25	108
5	JU-001-06-0508-0000-08-68-0006	Vaciado de concreto	116	325
6	JU-001-06-0508-0000-08-68-0007	Registro de inspección de estructura de concreto	96	319
7	JU-001-06-0508-0000-08-68-0008	Registro de ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto	92	99
8	JU-001-06-0508-0000-08-68-0009	Registro de control de concreto fresco	131	258
9	JU-001-06-0508-0000-08-68-0011	Registro de densidad in-situ método de cono de arena	67	126
10	JU-001-06-0508-0000-08-68-0013	Registro de Liberación de Relleno	1	2
11	JU-001-06-0508-0000-08-68-0016	Curado de concreto	31	64
12	JU-001-06-0508-0000-08-68-0017	Autorización para desencofrado	39	86
13	JU-001-06-0508-0000-08-68-0018	Control de temperatura de concreto	7	39
14	JU-001-06-0508-0000-08-68-0019	Inspección final de concreto	4	8
15	JU-001-06-0508-0000-08-68-0020	Ensayo de compactación proctor estándar	2	2
16	JU-001-06-0508-0000-08-68-0021	Corrección de unidad de peso y humedad en suelos	2	2

17	JU-001-06-0508-0000-08-68-0022	Ensayo granulométrico por Tamizado	2	2
18	JU-001-06-0508-0000-08-68-0023	Contenido de humedad	2	2
19	JU-001-06-0508-0000-08-68-0024	Límites de consistencia	2	2
20	JU-001-06-0508-0000-08-68-0025	Peso específico y absorción del agregado grueso	2	2
21	JU-001-06-0508-0000-08-68-0045	Registro de fundación	17	42
22	JU-001-06-0508-0000-08-68-0029	Lista de comprobación de inspección de recepción	3	25
			1014	3388

Fuente: Cosapi S.A.

Consolidación de datos; habiéndose definido todos los datos necesarios para la elaboración de registros, reportes e informes, así como los medios y responsables para su recolección; es responsabilidad del Jefe de Calidad la consolidación de los mismos. Entre los diversos datos a consolidarse se tenía: Resultados de ensayos de laboratorio, no conformidades, protocolos, certificados, etc. El jefe de calidad era el responsable también de la custodia de todos los registros físicos reportados al área con la finalidad de posteriormente preparar el Dossier de Calidad del Proyecto.

Figura N° 9: Rotura de probetas en laboratorio del Consorcio



Fuente: Cosapi S.A.

Elaboración de reportes; el jefe de calidad es el encargado de aprobar los reportes elaborados por su área y que son enviados al cliente, estos son: estadística de No Conformidades, Informe Mensual de Calidad, reporte de Implementación del sistema de Calidad.

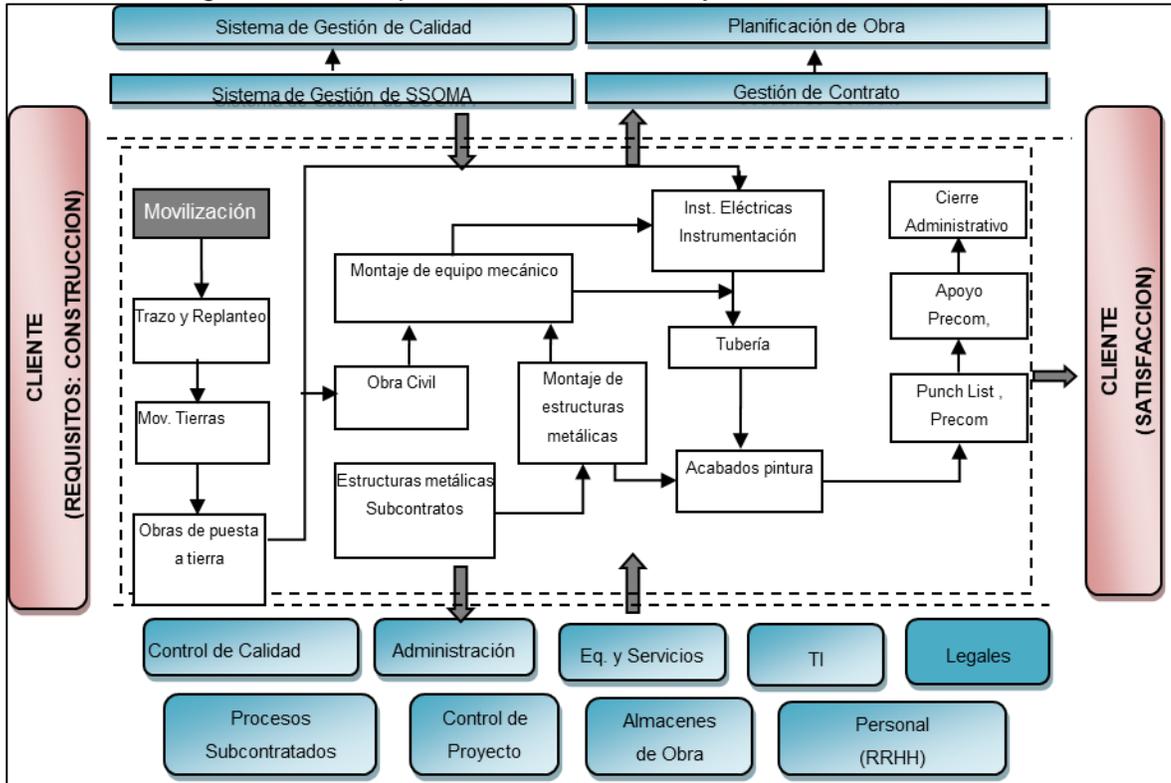
3.2.1. ALCANDE DE PLAN DE CALIDAD

En el “Proyecto Mina Justa” de propiedad de Marcobre S.A.C. el contratista Consorcio COSAPI-ICSK, busca de manera permanente la satisfacción de la entidad contratante a través de la aplicación eficaz de su Sistema de Gestión de la Calidad, desplegando procesos que aseguren la conformidad con los requisitos del Cliente y los requisitos legales aplicables. Este SGC (sistema de gestión de calidad) fue documentado, implementado, mantenido y mejorado continuamente, a toda la organización CC-ICSK, según los requerimientos de la Norma ISO 9001:2015.

El Plan de Calidad y el Listado de Inspection Test Plan (ITP), son entregados al cliente para revisión. Una vez revisado el Plan de Calidad, este es emitido en Rev. “0”, incluyendo los anexos (Listado de Inspection Test Plan (ITP), Listado de Procedimientos, Listado de Formatos y frecuencia de calibración de equipos IME).

Para la gestión del Proyecto se han definido los principales procesos a desarrollar (Estratégicos, Clave y de Soporte), los cuales se plasmaron en un Mapa de Procesos del Proyecto, que facilita la orientación y el compromiso del Equipo de Dirección del Proyecto (EDP) con los objetivos especificados por el Cliente; al identificar el integrante del equipo su rol dentro de los procesos del Proyecto, éste puede reconocer la importancia de su función para el cumplimiento de los objetivos y su aporte al desarrollo de los procesos claves.

Figura N° 10: Mapa de Procesos del Proyecto Mina Justa.



Fuente: Cosapi S.A.

3.3. INGENIERÍA DE OBRA

Esta área tenía como objetivo asegurar que el proyecto se ejecute de acuerdo al Expediente Técnico y normas técnicas vigentes, considerando las buenas prácticas, por medio de la compatibilización y conciliación de la información técnica, coordinación de la topografía, la administración de la información en el proyecto y la asistencia técnica al Área de Producción.

Se detalla las actividades que realizó el área de Ingeniería: Trabajos topográficos; coordinar todos los trabajos de topografía del proyecto, se debe tener en cuenta que operacionalmente en campo la asignación de tareas al personal operativo de topografía lo realizaba el área de producción. En este proyecto dado la magnitud y complejidad del mismo, se contó en gabinete con un jefe de topografía y 4 asistentes, que estaban encargados de descargar y procesar datos topográficos, elaboración de planos topográficos, planificar los trabajos en coordinación con el área de producción.

Compatibilización del Expediente Técnico con otros documentos Contractuales; tenía como finalidad comparar en forma detallada la información contenida en el expediente técnico con los demás documentos contractuales. Lo cual incluyó excepciones, consideraciones de la oferta, ronda de consultas, términos de referencia, adendas otros de la etapa de Licitación, considerando los aspectos técnicos, constructivos, legales y sociales del Proyecto.

Administración de documentos; por lo cual tuvo a su cargo la administración de la documentación e información del proyecto, mediante una metodología de registro y almacenamiento de los documentos emitidos y recibidos durante la ejecución del proyecto, esta actividad incluía la implementación, seguimiento y control de documentos, para lo cual se contó en el proyecto con dos (02) personales llamados "Document Control", que se relevaban en la función.

Conciliación del Expediente Técnico y Documentación Contractual; una vez que se finalizó la compatibilización de la documentación de la información técnica de las distintas especialidades, todo aquello que no fue resuelto se tuvo que conciliar con el cliente o su representante (en este caso Ausenco). La oficina de Ingeniería tuvo que evaluar los posibles impactos que se darían en el Alcance considerando un Antes y Después de la Conciliación, luego coordinar con las áreas de Costos, Planeamiento, Productividad para calcular el impacto en el Costo y Tiempo en el proyecto.

Solicitud de Materiales Permanentes; la Oficina de ingeniería designo a un personal de su área para que realice un listado de los materiales permanentes y/o servicios requeridos por el proyecto, lo cual lo canalizaba el pedido a la Gerencia de Procura de sede central, adjuntando características, cantidad, especificaciones y cronograma de entrega al proyecto.

Elaboración de Planos para Construcción y/o Fabricación; el área elaboraba planos y esquemas detallados complementarios para la construcción y/o fabricación de elementos teniendo en cuenta la información básica del proyecto; los cuales facilitaban la ejecución de actividades al área de producción, entregaba planos isométricos, field sketch.

Elaboración de Expedientes de Presupuestos Adicionales; el área se encargaba de elaborar y sustentar ante el cliente el Costo y Tiempo generados por la ejecución trabajos adicionales y/o mayor metrado que se ejecutaron por no estar considerados en las Bases de Licitación o el Contrato respectivo, y que eran necesarios para alcanzar el objetivo del proyecto y finalidad del contrato.

Elaboración de Metrados; se encargaba elaborar los metrados del proyecto con fines de actualizar el presupuesto, valorizaciones, adicionales, deductivos y control de saldos del proyecto.

Elaboración de Valorizaciones; se encargaba de preparar las valorizaciones por los trabajos ejecutados y que se presentaban al cliente para la compensación económica por los trabajos y/o servicios realmente ejecutados. Por último, esta área fue la encargada de entregar la liquidación del proyecto, realizar los planos As Built, Informe Final para el cierre del proyecto.

3.4. CONTROL DE PROYECTOS

El área de Planeamiento y Control de Proyectos es un soporte importante para el área de Producción, en forma conjunta tienen el objetivo de integrar, representar y controlar la planificación de la construcción del proyecto. Algunas de sus funciones son:

Tabla N° 4: Funciones del área de Control de Proyectos

FUNCIÓN	ENTREGABLE
Coordinar para elaborar el cronograma general del proyecto	Cronograma general del proyecto
Coordinar para la elaboración del WBS	WBS del proyecto
Elaboración e integración de programas intermedios y semanales	3WEEK, PAC, CNC, Log. de restricciones
Análisis de desempeño del proyecto	Acciones preventivas y correctivas

Fuente: Manual de Gestión de proyectos - Cosapi

Dentro de esta área se tiene una sub área de productividad, que se encarga de medir el desempeño real de los principales procesos productivos del proyecto respecto a su desempeño planificado; identificar y proponer al área de producción mejora de procesos constructivos del proyecto. Sus funciones se detallan en la tabla N°5.

Tabla N° 5: funciones del sub área de Productividad

FUNCIÓN	ENTREGABLE
Coordinación del plan de capacitación de obreros y empleados	Plan de capacitación de obreros y empleados, registro de capacitación
Seguimiento y control de procesos constructivos	Informe Semanal de producción (ISP)
Estudio de procesos constructivos	Informe de productividad (propuesta de mejora)
Consolidación de rendimientos y mejoras	ISP final, Informe final

Fuente: Manual de Gestión de proyectos – Cosapi

El área de control de proyectos genera una serie de herramientas de gestión cuya finalidad principal es advertir oportunamente desviaciones que ocurren durante la ejecución del proyecto. Entre ellos se encuentran.

El **Informe Semana de Producción (ISP)**; se muestra un ISP de la semana del 24 al 30 de mayo, en que se reúne el equipo del EDP y se analiza y toma acciones en función a los parámetros obtenidos, con la finalidad de encaminar el proyecto según lo planificado.

En primer término, estamos presentando la curva “S” integral de todas las disciplinas, que nos permite ver el status global del proyecto.

Tabla N° 6: Datos recopilados para el desarrollo de la Curva S.

	WORK ITEM	PARCIAL	
		CONTRAC	Weight
No.	Descripción	(HH)	
	SULFIDE PLANT AND MATERIAL HANDLING INSTALLATION	2,222,825	100%
	MINA JUSTA		
01	Fences – Cerco Perimétrico	5,966	0.27%
02	Civil – Obras Civiles	600,365	27.01%
03	Structural Steel – Estructura	251,965	11.34%
04	Mechanical Equipmant – Eq. Mecánicos	618,178	27.81%
05	Piping – Tuberías	384,387	17.30%
06	Electrical – Electricidad	334,387	15.04%

07	Instrumentation - Instrumentación	27,365	1.23%
	TOTAL HH	2,222,825	100%

Fuente: Cosapi S.A.

Tabla N° 7: Valores Programados para el desarrollo de la Curva S.

MESES	DIAS	VALOR PROGRAM. L.B. Rev. 0			
		SEM	ACUM	% SEM	% ACUM
	14	0	0	0.00%	0.00%
DIEMBRE.	21	7,284	7,284	0.30%	0.30%
	28	8,108	15,392	0.40%	0.70%
	4	8,240	23,632	0.40%	1.10%
ENERO	11	9028	32660	0.40%	1.50%
	18	15,852	48,512	0.70%	2.20%
	25	19,935	68,447	0.90%	3.10%
	1	22,508	90,955	1.00%	4.12%
FEBRERO	7	23,290	114,244	1.00%	5.10%
	14	23,033	137,277	1.00%	6.20%
	21	22,318	159,595	1.00%	7.20%
	28	22,418	182,013	1.00%	8.20%
	7	25,074	207,087	1.10%	9.30%
MARZO	14	27,850	234,937	1.30%	10.60%
	21	32,428	267,365	1.50%	12.00%
	28	35,606	302,971	1.60%	13.60%
	4	37,299	340,270	1.70%	15.30%
ABRIL	11	38,182	378,452	1.70%	17.00%
	18	41,551	420,003	1.90%	18.90%
	25	42,135	462,138	1.90%	20.80%
	2	41,746	503,884	1.90%	22.70%
MAYO	9	43,032	546,916	1.90%	24.60%
	16	38,432	585,348	1.70%	26.30%
	23	37,990	623,338	1.70%	28.00%
	30	34,661	657,998	1.60%	29.60%

Fuente: Cosapi S.A.

Tabla N° 8: Valores ganados HH para el desarrollo de la Curva S.

MESES	DIAS	VALOR GANADO HH					
		SEM. GAN	ACUM. GAN.	SEM REAL	ACUM REAL	% SEM GAN	% ACUM GAN
DIEMBRE.	14	0	0	20	20	0.00%	0.00%

	21	144	144	200	220	0.01%	0.01%
	28	161	306	208	428	0.01%	0.01%
ENERO	4	1,692	1,997	1,188	1,616	0.08%	0.09%
	11	2,288	4,885	3,190	4,806	0.13%	0.22%
	18	4,978	9,863	3,065	7,871	0.20%	0.44%
	25	4,069	13,932	6,072	13,943	0.18%	0.63%
FEBRERO	1	5,343	19,276	8,844	22,787	0.24%	0.87%
	7	11,995	31,271	8,140	30,927	0.54%	1.41%
	14	11,037	42,308	10,283	41,210	0.50%	1.90%
	21	6,417	48,726	11,217	52,427	0.29%	2.19%
	28	18,886	67,612	13,997	66,424	0.85%	3.04%
MARZO	7	15,049	82,661	17,183	83,607	0.68%	3.72%
	14	18,188	100,849	17,420	101,027	0.82%	4.54%
	21	22,732	123,581	19,748	120,775	1.02%	5.56%
	28	19,778	143,359	20,387	141,162	0.89%	6.45%
ABRIL	4	17,665	160,134	21,178	162,340	0.79%	7.20%
	11	23,655	183,789	20,107	182,447	1.10%	8.27%
	18	26,922	210,711	22,430	204,877	1.20%	9.48%
	25	23,404	234,115	22,236	227,112	1.10%	10.53%
MAYO	2	22,266	256,382	19,294	246,406	1.10%	11.53%
	9	26,162	282,543	21,692	268,098	1.20%	12.71%
	16	24,400	306,943	21,514	289,612	1.10%	13.81%
	23	24,678	331,621	22,669	312,281	1.10%	16.05%
	30	25,194	356,815	23,215	335,496	1.10%	16.05%

Fuente: Cosapi S.A.

Tabla N° 9: Valores reprogramados para el desarrollo de la Curva S.

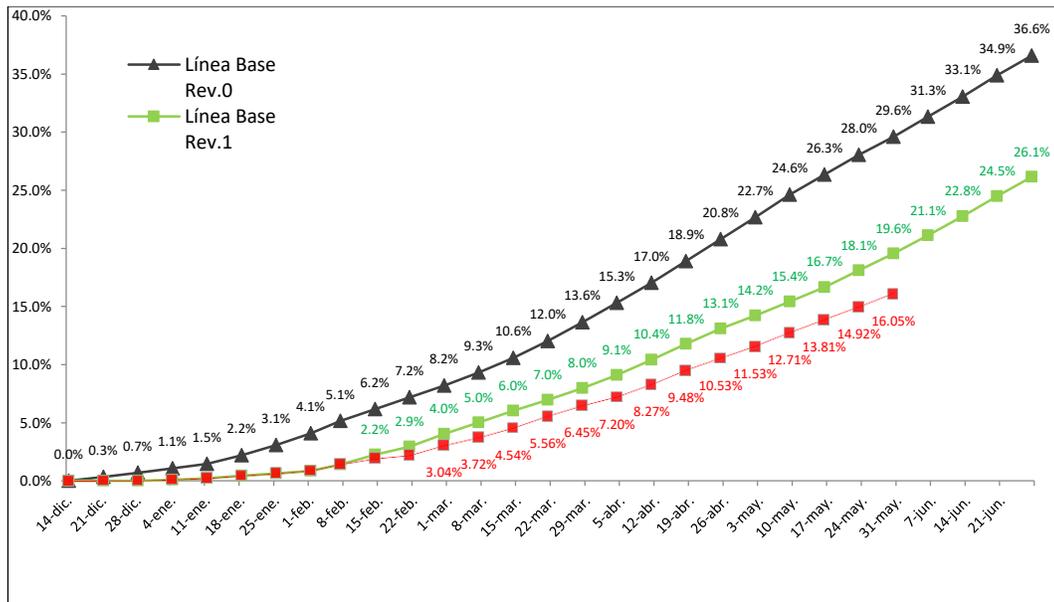
MESES	DIAS	VALOR PROGRAM. L.B. Rev. 1			
		SEM GAN	ACUM REAL	% SEM GAN	% ACUM GAN
DICIEMBRE	14	0	0	0.00%	0.00%
	21	144	144	0.01%	0.00%
	28	161	306	0.01%	0.00%
ENERO	4	1,692	1,997	0.08%	0.10%
	11	2888	4885	0.13%	0.20%
	18	4,978	9,863	0.22%	0.40%
	25	4,069	13,932	0.18%	0.60%
FEBRERO	1	5,543	19,276	0.24%	0.90%
	7	11,995	31,271	0.50%	1.40%

	14	18,637	49,908	0.80%	2.20%
	21	15,605	65,513	0.70%	2.90%
	28	23,872	89,385	1.10%	4.00%
MARZO	7	22,102	111,487	1.00%	5.00%
	14	22,810	134,297	1.00%	6.00%
	21	20,309	154,606	0.90%	7.00%
	28	22,506	177,112	1.00%	8.00%
ABRIL	4	25,198	202,310	1.10%	9.10%
	11	29,318	231,628	1.30%	10.40%
	18	30,162	261,790	1.40%	11.80%
	25	29,050	290,840	1.30%	13.10%
MAYO	2	25,156	315,996	1.10%	14.20%
	9	26,613	342,609	1.20%	15.40%
	16	27,732	370,341	1.20%	16.70%
	23	31,807	402,148	1.40%	18.10%
	30	32,626	434,774	1.50%	19.60%

Fuente: Cosapi S.A.

En la Figura N°11 se presenta el desarrollo de la Curva S integral de todas las disciplinas, que nos permite ver el status global del proyecto.

Figura 11. Desarrollo de la Curva S integral del proyecto



Fuente: Cosapi S.A.

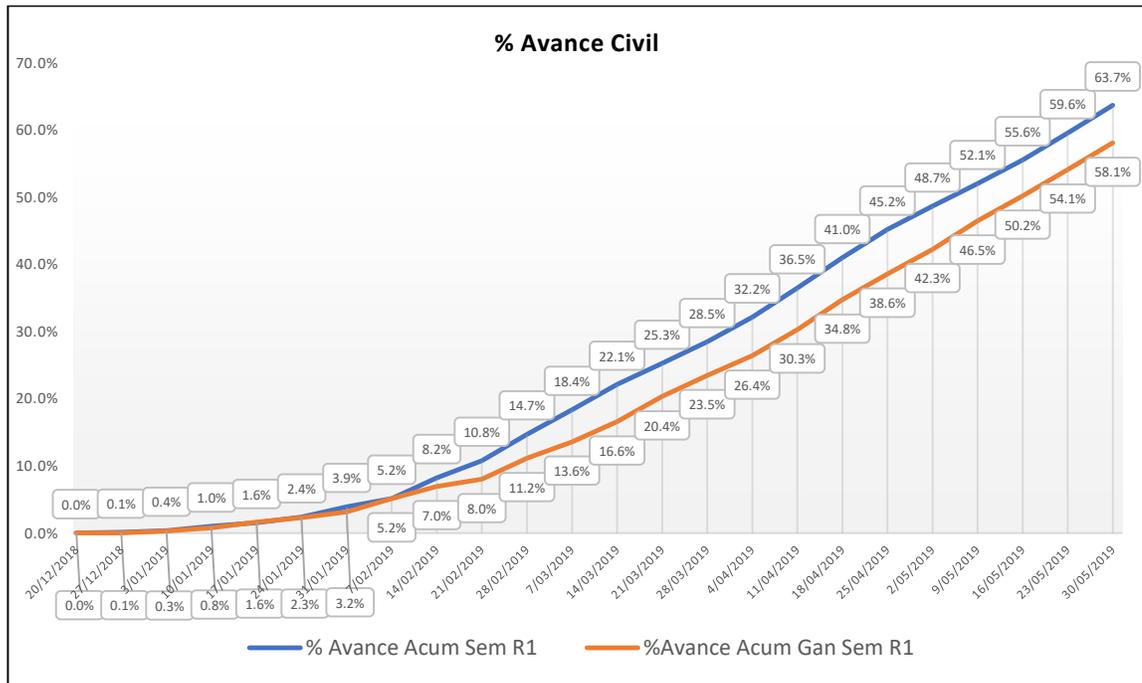
A continuación, en la Tabla N°10 se presenta los valores HH para el desarrollo de la Curva S solo de la disciplina civil (al momento de ejecutar una obra se presenta así, por cada disciplina incidente), esto permite ver de manera específica como se están controlando los recursos asignados a esta disciplina.

Tabla N° 10: Disciplina Civil Curva S.

MESES	DIAS	HH Plan Sem R1	HH Acum Sem R1	HH Gan Sem R1	HH Gan Acum Sem R1	% avance Plan Sem R1	% Avance Acum Sem R1	% Avance Gan Sem R1	% Av Acum Gan Sem R1
DIC	14	214.91	214.91	144	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	21	501.45	716.36	161	305	0.10%	0.10%	0.00%	0.10%
	28	1610.25	2326.61	1692	1997	0.30%	0.40%	0.30%	0.30%
ENERO	4	3960.28	6286.89	2888	4885	0.70%	1.00%	0.50%	0.80%
	11	3115.19	9402.09	4978	9863	0.50%	1.60%	0.80%	1.60%
	18	5064.02	14466.1	4069	13932	0.80%	2.40%	0.70%	2.30%
	25	9416.04	23882.14	5343	19275	1.60%	3.90%	0.90%	3.20%
FEBRERO	1	7387.86	31270	11995	31270	1.20%	5.20%	2.00%	5.20%
	8	18635.74	49905.74	11037	42307	3.10%	8.20%	1.80%	7.00%
	15	15604.09	65510.33	6417	48724	2.60%	10.80%	1.10%	8.00%
	22	23871.83	89382.16	18886	67610	3.90%	14.70%	3.10%	11.20%
MARZO	1	22101.98	11484.14	14869	82479	3.60%	18.40%	2.50%	13.60%
	8	22810.1	134294.24	18188	100667	3.80%	22.10%	3.00%	16.60%
	15	18959.96	153254.2	22732	123399	3.10%	25.30%	3.70%	20.40%
	22	19556.71	172810.91	19078	142477	3.20%	28.50%	3.10%	23.50%
	29	22248.92	195059.8	17655	160132	3.70%	32.20%	2.90%	26.40%
ABRIL	5	26368.92	221428.75	23655	183787	4.30%	36.50%	3.90%	30.30%
	12	27213.12	248641.87	26922	210709	4.50%	41.00%	4.40%	34.80%
	19	25692.66	274334.53	23404	234113	4.20%	45.20%	3.90%	38.60%
	26	20862.66	295197.19	22266.41	256379.41	3.40%	48.70%	3.70%	42.30%
MAYO	3	20472.21	315669.4	25753	282132.41	3.40%	52.10%	4.20%	46.50%
	10	21343.67	337013.07	23468.01	304562.62	3.50%	55.60%	3.90%	50.20%
	17	24439.66	361452.73	23705.5	328268.12	4.00%	59.60%	3.90%	54.10%
	24	24998.39	386451.12	24139.86	352407.98	4.10%	63.70%	4.00%	58.10%

Fuente: Cosapi S.A.

Figura 11- A. Elaboración de la Curva S en la disciplina civil.



Fuente: Cosapi S.A.

En el proyecto se tienen reuniones semanales de planificación de los trabajos de 3 semanas (3Week) en las que participamos los responsables del área de producción de las distintas disciplinas que intervienen en el proyecto multi disciplinario (Civil, Electricidad, Estructuras Metálicas, Tuberías), también participan del área de Control de Proyecto, SSOMA, Ingeniería y la Gerencia de Construcción.

Como experiencia propia mencionar que una buena práctica es tener previa a esta reunión del LOOKAHEAD, una coordinación interna con mi equipo línea de supervisión para analizar el PAC (porcentaje de actividades cumplidas) y las restricciones que se encontraron en el desarrollo de sus actividades, permite identificar mejoras en el desarrollo de actividades cruzadas con las otras disciplinas (sean eléctricas, estructuras, Piping, montaje) para así proyectarnos a las siguientes semanas con una mejora continua.

Esta retroalimentación nos permite llegar a la reunión semanal del 3week con una idea más consensuada como equipo civil, para planificar las siguientes semanas a ejecutarse.

conjunta con el área de Producción. A continuación, se presenta un muestreo de trabajo tomado por esta área de soporte, información que luego es discutida en reunión semanal del equipo.

MUESTREO DE TRABAJO

INFORMACIÓN POR OBJETIVO

CLASIFIQUE SU FACTOR DE UTILIZACIÓN DE MANO DE OBRA

Límite Inferior	Límite Superior	Clasificación
50%	100%	Muy Bueno
40%	50%	Bueno
30%	40%	Regular
20%	30%	Malo
0%	20%	Muy Malo

DEFINA TIPO DE ACTIVIDADES

Tipo de Actividad	Tipo de Actividad
Abr.	
TP	Trabajo Productivo
TC	Trabajo Contributorio
TNC	Trabajo No Contributorio

DEFINA LAS ACTIVIDADES

Tipo de Actividad	Código de Actividad	Descripción de Actividad
TP	GE	General
TC	BH	Busca Elementos/ Accesorios/Herramientas
TC	IN	Instrucciones coordinación
TC	ME	Medición
TC	OM	Organizar Materiales
TC	TM	Transporte de Material
TNC	CAM	Caminando
TNC	CON	Descanso/ Conversación
TNC	ES	Coloca Elementos
TNC	LIM	Limpieza y Señalización
TNC	NB	Necesidades Biológicas

DEFINA SUS ESTRATOS

Nro. de Estación	Descripción de Estación
1	
2	
3	
4	

INFORMACIÓN GENERAL			
CR	Proyecto	Unidad de Negocio	Código de Muestreo
3072	Planta de Sulfuros – Mina justa	UNPI	M-4
TAMAÑO DE LA MUESTRA			
N° Observaciones	Acum. Anterior	Actual	Pendientes
384	0	92	292
INFORMACIÓN ESTADÍSTICA			
Prop. X cat.	Nivel de Confianza	Límite de Error +/-	Muestra Mínima
50%	95%	5%	384

INFORMACIÓN POR MEDICIÓN			
DATOS DE MUESTREO			
Observador(a)	Estrato	Fecha	Nro Obreros
D. T.	Zaranda Sec., Ch. Secundaria, Tolva de Alim.	20-Nov-19	29
INFORMACIÓN HORARIA			
HORA INICIO	HORA FIN	DIA	TURNOS
9:15 a.m.	10:23 a.m.	Miércoles	ambos
CONDICIONES DE MUESTREO			
Clima	Temperatura	Altura	Humedad
Desértico	14°C		

DATOS DE ALEATORIEDAD			
Hora			Estación
Límite Inferior	Intervalo de Tiempo	Límite Superior	Nro. Estaciones
2 min.	4 min.	6min.	5

FORMULARIO DE OBSERVACIONES

Punto de Observación	TP	TC	TC	TC	TC	TC	TNC	TNC	TNC	TNC	TN1 4C

Nro. de Obs.	Hora de Obs. (AM)	Estación de Obs.	GE	BH	IN	ME	OM	TM	CAM	CON	ES	LIM	NB1 5
1	9:15	5	4		1								
2	9:20	1	4		1					1			
3	9:25	5	1	3						2	1		
4	9:31	4	1					2					
5	9:33	3	4		3						2		
6	9:36	3	2										
7	9:42	4	1		2						1		
8	9:48	2	4		3						2		
9	9:54	1	2		1						3		
10	9:56	3	4							1	3		
11	10:01	2	5			1					2		
12	10:05	1	5			1					2		
13	10:11	5	3			1					1		
14	10:17	2	3			1				3			
15	10:23	1	1						1		3		

AYUDA VISUAL

DEFINA LAS ACTIVIDADES		
Tipo de Actividad	Código de Actividad	Descripción de Actividad
TP	GE	General
TC	BH	Busca Elementos / Accesorios / Herramientas
TC	IN	Instrucciones coordinación
TC	ME	Medición
TC	OM	Organizar Materiales
TC	TM	Transporte de Material
TNC	CAM	Caminando
TNC	CON	Descanso / Conversación
TNC	ES	Coloca Elementos
TNC	LIM	Limpieza y Señalización
TNC	NB	Necesidades Biológicas

DEFINA SUS ESTRATOS		
Nro. De Estrato	Estratos	Población
1	Espesador de Relaves	50
2	Espesador de Concentrados	25
3	Molienda, Zaranda Terciaria, Subestación Eléctrica	34
4	Zaranda Secundaria, Chancadora Secundaria, Tolva de Alimentación	15

3.5. PROCURA

La procura de recursos participan las distintas áreas del proyecto, el área de oficina técnica es la encargada de elaborar el listado de materiales permanentes que se

requieren en el proyecto para lo cual coordina su ingreso con la Gerencia de Procura de sede central; asimismo el área de Producción se encarga de elaborar el listado de materiales consumibles, las diferentes áreas participan en la procura de recursos de acuerdo a las necesidades del proyecto; a su vez todo ingreso de recurso es canalizado a través del área de Almacén.

El almacén de obra tiene como objetivo la recepción, custodia, inspección, despacho y control de los materiales, herramientas, equipos y activos de Cosapi en la zona del proyecto. Asimismo, debe inspeccionarlos y de ser necesario en coordinación con las áreas de oficina técnica y calidad debe dar conformidad que estos cumplen con las condiciones previstas para los mismos indicados en las guías de recepción, ordenes de suministro, órdenes. El área de calidad coordinará con el almacén la solicitud de Certificados de calidad en caso estos sean requeridos por el cliente.

El Plan de Procura y Logística, define las principales tareas a ser desarrolladas, ha sido diseñado alrededor del planeamiento integral del proyecto, estableciendo la criticidad de los paquetes de procura en función principalmente a:

Tabla N° 11: Tareas principales a desarrollar por el área de Procura y Logística

ITEM	DEFINICIONES
1	Organización de los elementos (materiales y equipos) a ser adquiridos en paquetes de procura, asegurando que todos los elementos fueran asignados a algún paquete, y que no hubiera duplicidad en la asignación, lo que permitió no tener mayores saldos al final del proyecto.
2	Se definieron las prioridades de los paquetes de procura según las condiciones arriba indicadas.
3	Se identificaron los posibles proveedores, para lo cual se preparó la lista de proveedores para el proyecto (nota: algunos proveedores habían sido preseleccionados durante el proceso de licitación)
4	Se preparó un cronograma detallado de procura y logística basado en el cronograma maestro del proyecto.
5	Se asignaron responsabilidades para cada paquete de procura
6	Se preparó y compilo la documentación de licitación para los paquetes de procura, que incluía la documentación técnica, comercial, de seguridad y calidad, etc.

- 7 Se lideró el proceso de licitación de los paquetes de procura, enviando la documentación a los posibles postores, haciendo seguimiento al proceso de licitación, y liderando el proceso de adjudicación.
- 8 Se hizo seguimiento a los proveedores sobre el cumplimiento de los acuerdos contractuales, incluyendo entrega de documentación comercial, técnica, etc., según los plazos acordados.
- 9 Se trabajó en la coordinación con otras áreas del proyecto con visitas a talleres para inspecciones de avance, pruebas, embalaje, etc.
- 10 Se hizo la programación y se coordinó los despachos de equipos y/o materiales desde su punto de origen a la obra, incluyendo transporte marítimo y terrestre (y en caso excepcional, aéreo). Confirmando que las empresas de transporte contaran con todos los permisos necesarios vigentes.
- 11 Programar y/o coordinar, y hacer seguimiento al proceso de internamiento (aduanas) de materiales y/o equipos, asegurando la preparación y tramitación oportuna de los requisitos y permisos de acuerdo a la legislación aplicable.
- 12 Se mantuvo una continua coordinación del área de procura con el personal de obra la llegada y entrega de materiales y equipos, conforme a lo requerido.
- 13 Procura mantuvo una eficaz coordinación con el personal de obra el proceso de reabastecimiento oportuno de materiales y consumibles.
- 14 Canalizar el proceso de control de cambios con los proveedores, así como reclamos y otra comunicación contractual.

Fuente: MGP Cosapi

3.6. ADMINISTRACIÓN

Esta área cumple un rol importante en la cadena de producción del proyecto, se encarga de representar a Cosapi en la zona del proyecto y administrar los recursos en general (equipos, humanos, financiero etc.) que la empresa va a requerir para ejecutar el proyecto en óptimamente en costo y tiempo.

Tabla N° 12: Funciones del área de Administración

FUNCIÓN	ENTREGABLE
Arranque administrativo	Acta de comité de obra / crédito con proveedor local/ Gestión stakeholders
Gestión de servicios generales	Facilidades temporales operativas
Administración de almacén	Documentos específicos de almacén
Procesos administrativos de gestión de talento humano	Informe permanencia personal empleado y obrero de régimen común.
Gestión de compras	Cotizaciones / órdenes de compra
Gestión económica financiera	Caja chica / flujo de caja / custodia y control de carta fianza

Procesos administrativos de equipos y transporte	Cotizaciones / ordenes de alquiler / evaluación técnica de equipos.
Cierre administrativo	Libres adeudos en Gral. / desmovilización de campamentos, Eq. / informe final (adm. Proyecto)

Fuente: Cosapi S.A.

Toda actividad constructiva previo a su inicio debe considerar:

- ✓ **EMPO:** en esta etapa el trabajador postulante para ingresar al proyecto debe pasar un Examen Médico Pre Ocupacional en una clínica autorizada y dispuesto por el Cliente. El trabajador que apruebe este EMPO recién este habilitado para ingresar a trabajar al proyecto; al finalizar su relación laboral con la empresa, de igual forma el trabajador debe pasar un examen médico de salida, con lo que la contratista demuestra el trabajador no ha tenido una afectación a su salud en el proceso de su permanencia en la obra.
- ✓ **Capacitación:** los trabajadores antes de incorporarse a los trabajos propios del proyecto deben de pasar de forma obligatoria el proceso de inducción en temas de seguridad, donde se les hará conocer los requisitos establecidos para los trabajos del proyecto, y al termino de las mismas deben de pasar una evaluación de los temas desarrollados.

Figura N° 13: Capacitación de obreros y empleados.



Fuente: Cosapi S.A.

Además, todos los trabajadores de forma diaria antes del inicio de jornada deberán de realizar una reunión de seguridad (charla de 5 minutos) donde se tocará tópicos de seguridad, procedimientos de trabajo, sensibilizaciones orientadas a mejorar la cultura de seguridad del proyecto. Esta participación es por grupos de especialidad y/o área de trabajo, y debe ser registrada y es requisito para que puedan laborar.

CAPÍTULO IV. ACTIVIDADES PRELIMINARES

El plan de ejecución toma en cuenta toda la información recibida desde que se inicia el concurso al Proyecto, y la información generada y recabada durante el desarrollo de dicha propuesta, la cual ha sido revisada por todo el equipo de proyectos de la contratista para la ejecución de Proyecto.

El plan de trabajo fue diseñado para optimizar el uso de equipos y personal en el Proyecto, con especial énfasis en el cumplimiento de los hitos y la reducción de costos. La ingeniería y procura fueron planificadas para asegurar tiempos adecuados para el suministro de información, materiales y equipos según las condiciones y restricciones de logística y transporte.

4.1. GENERALIDADES

La estrategia general del proyecto estuvo basada en los siguientes principios:

- ✓ Completar los estudios de campo durante los primeros meses del proyecto, para lo cual se debía asegurarse tener los documentos de gestión (PETS – documentos de operadores habilitados, documentos de equipos habilitados, Registro de capacitaciones etc.) que garanticen un inicio y continuidad de trabajos.
- ✓ Inicio de los trabajos de ingeniería y diseño, incluyendo revisión de la ingeniería básica provista por el Cliente, durante la primera etapa del proyecto.
- ✓ Optimización del diseño mediante ingeniería de valor, talleres, revisiones de constructibilidad, etc.
- ✓ Maximización del periodo de negociación con proveedores, buscando las mejores condiciones comerciales y costo.
- ✓ Se completó el diseño antes de la movilización a campo, brindando suficiente tiempo para realizar un planeamiento detallado de los trabajos de construcción. Asimismo, contar con el diseño a tiempo para realizar las verificaciones necesarias en campo, e identificar y corregir cualquier error, omisión o interferencia sin impactar los trabajos de construcción.
- ✓ Reducción de la duración de la construcción a fin de reducir costos, optimizando el uso de los recursos. Esto fue posible al contar con el diseño completo antes del inicio de la movilización.

- ✓ Asegurar un plazo adecuado para la realización de las pruebas y la puesta en marcha.

4.2. FACTORES CLAVE Y FACTORES DE ÉXITO

Como parte del estudio del proyecto y elaboración de la estrategia de ejecución y plan de trabajo, se identificó una serie de factores claves y factores de éxito, cumplimiento de los cuales asegurarán los objetivos del proyecto, y una ejecución y término exitoso. Dentro de estos factores, se listan los principales:

- ✓ identificar desde la visita técnica para participar en la Licitación del proyecto, de las características del terreno, ubicación de canteras, puntos de abastecimiento de agua, así como tiempos de ingreso de recursos para el desarrollo del proyecto, clima predominante y otros.
- ✓ Establecer el proceso constructivo adecuado a las condiciones y características del proyecto; es importante elaborar una estrategia de construcción en base a los recursos que se cuenta, características intrínsecas del área de trabajo y los stakeholders.
- ✓ Planeamiento completo e integral del proyecto, cubriendo en todas sus etapas, las restricciones y condiciones propias del proyecto. Este análisis da como resultado la identificación de las actividades críticas del proyecto (ruta crítica), sus dependencias, plazos y fechas.
- ✓ Revisión y actualización constante del plan de trabajo y del cronograma del proyecto a fin de poder identificar proactivamente cualquier desviación del plan que pudiera afectar el avance y/o las fechas críticas del proyecto, tomando las medidas correctivas a tiempo.
- ✓ Implementación del Sistema Integrado de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SIG de SSOMA) y de las medidas y acciones adecuadas para asegurar la integridad de las personas vinculadas al proyecto (obreros, empleados), de las instalaciones y facilidades del proyecto, y del medio ambiente.
- ✓ Implementación del Sistema de Gestión de Calidad y las medidas de control de calidad adecuadas para cada etapa del proyecto en forma consecuente, coordinada y proactiva. Esto garantiza la identificación temprana de no-conformidades, desviaciones, y oportunidades de mejora, pudiendo tomar las

acciones apropiadas a tiempo, asegurando la calidad de los procesos y producto durante el desarrollo del proyecto. Para lo cual se tuvo como referencia el Resumen Ejecutivo del Plan de Gestión de Calidad.

- ✓ Implementación de un sistema de control de cambios aplicado a cada etapa del proyecto, asegurando la identificación temprana de posibles cambios, y la evaluación completa de los posibles impactos, directos e indirectos, a fin de determinar e implementar a tiempo planes de acción integrales y adecuados.
- ✓ Implementación de un sistema de gestión de riesgos para el proyecto mediante el cual se buscaba la identificación y evaluación de riesgos, y la preparación e implementación proactiva y constante de planes de mitigación. El objetivo era prevenir la ocurrencia de riesgos negativos (o mitigar sus impactos) o maximizar los riesgos positivos (oportunidades). La implementación de este sistema requerirá la participación de todos los miembros del equipo de proyecto y de las partes involucradas.
- ✓ Selección de proveedores y subcontratistas con excelente historial en: 1) calidad, 2) seguridad, y 3) cumplimiento de plazo, y con amplia experiencia en el rubro y en el tipo de trabajo a ser contratado.
- ✓ Obtención de las mejores condiciones comerciales y precios para la procura de equipos y materiales, a través de expedientes técnicos completos basados en diseño avanzado, y maximizando el tiempo de negociación con los proveedores.
- ✓ Acceso irrestricto por parte del Cliente a las áreas del proyecto.

4.3. MOVILIZACIÓN

En esta etapa como responsable del área de producción se debe asegurar de que la llegada de recursos (Equipos, Mano de Obra, Materiales) se de en forma coordinada de forma que la llegada de estas tenga un punto común en el tiempo por la interrelación de uso entre ellas.

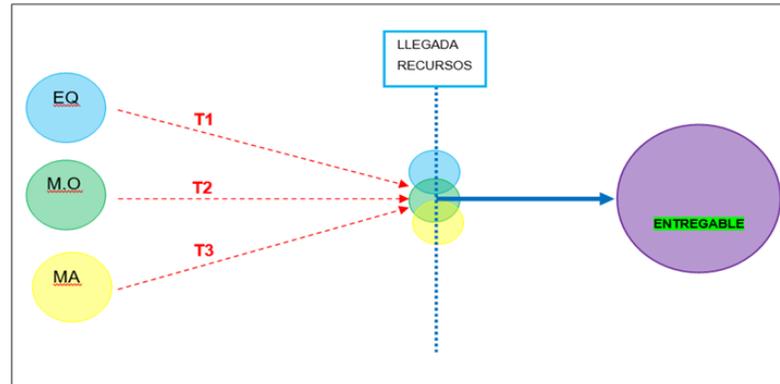
- ✓ La llegada a obra oportuna y simultánea en el tiempo se va a dar considerando algunos aspectos como:
- ✓ Identificar, analizar los requisitos del cliente para la movilización de recursos.
- ✓ Identificación y adquisición de los recursos necesarios para el arranque
- ✓ Equipos de producción directa
- ✓ Personal empleado – obrero, mano de obra, materiales

- ✓ Facilidades temporales: oficinas, almacén, talleres de producción y Mntto.

Definición de medios de transporte para los equipos, personal, materiales.

- ✓ Se debe tener identificado las rutas acceso para el transporte de los recursos.
- ✓ Se debe identificar los stakeholders del entorno para el uso de sus recursos.

Figura N° 14: Esquema de llegada optima de recursos a obra.

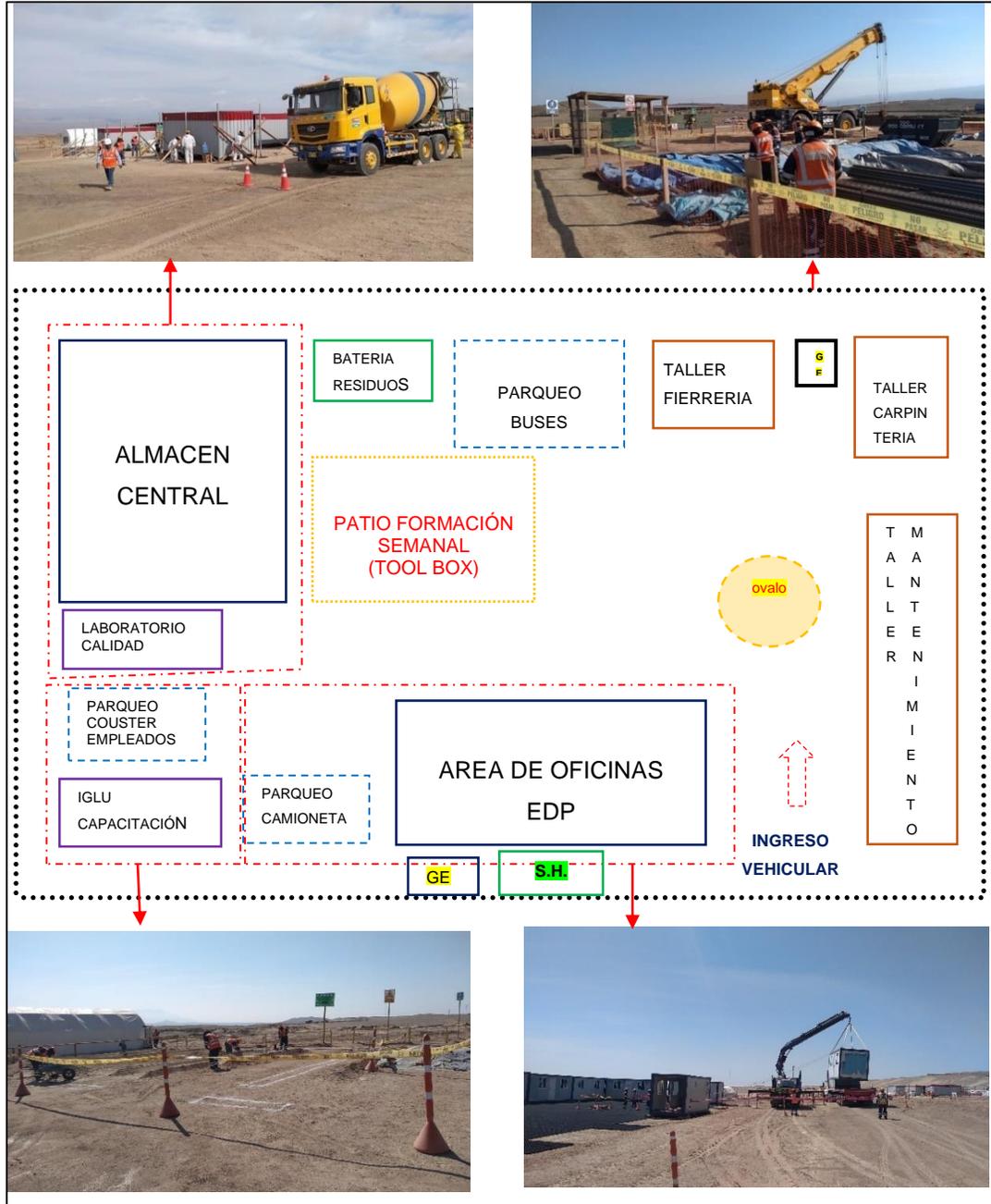


Fuente: Cosapi S.A.

En este proyecto se facilitó a la contratista una plataforma para la ubicación de sus facilidades temporales, el EDP considero que se debía dar atención inmediata a la instalación de estas facilidades, en el orden de prioridades se ejecutó los siguientes trabajos:

- Esquema de distribución de ambientes
- Cortes y relleno de áreas para ubicación de ambientes
- Construcción en orden de prioridad:
 - Taller de carpintería
 - Taller de herrería
 - Almacén central
- Ejecución losa de concreto 10Mpa e instalación Iglú (para uso temporal como oficina de personal empleado de arranque).
- Instalación de container para uso como oficinas definitivas del EDP.
- Taller de Mantenimiento de equipos.

Figura N°15: Esquema de distribución Almacén, Talleres y Oficinas CC-ICSK



Fuente: Cosapi S.A.

La instalación pronta de las facilidades temporales nos permitió dar las condiciones de trabajo al EDP de arranque, para programar las actividades constructivas de las áreas disponibles que el cliente nos entregó conforme se encontraban disponible, dado que toda la partida de Movimiento de Tierras era ejecutada por otra contratista.

4.3.1. TALLER DE FIERRO

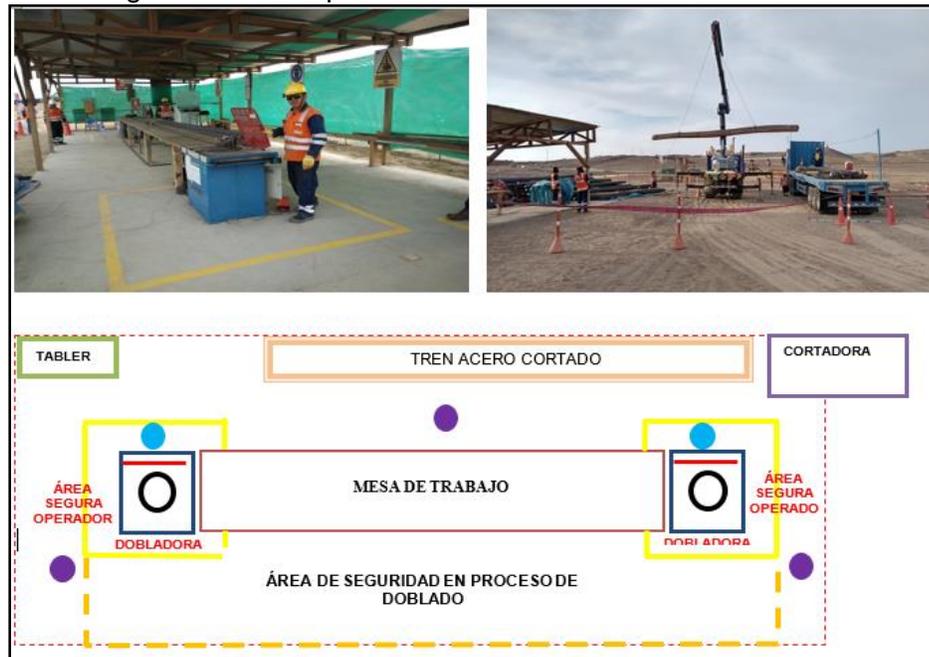
En este proyecto se instaló 01 taller de fierro, para atender el 70% de acero habilitado en obra y el 30% se encargó a AASA (Aceros Arequipa) para envío de acero dimensionado; esto permitió al proyecto tener una atención inmediata a la solicitud del área de producción en campo.

Tabla N° 13: Acero en Obra

CANTIDADES DE ACERO EN BARRAS Y ACERO DIMENSIONADO					
		Cant.		Und.	
1	Cantidad de acero prevista según oferta	1,940		Ton.	
2	Cantidad metrada a fecha de corte 30/05/2019	2,915		Ton.	
		TOTAL	CCICSK	AASA	
3	Cantidad de acero disponible en obra para su instalación	2,597	1,728	869	Ton.
4	Cantidad de acero prevista para ser atendido en barras crudas.	296	296		Ton.
5	Cantidad de acero prevista por ser atendido en acero dimensionado.	22		22	Ton.

Fuente: Cosapi

Figura N° 16: Esquema de distribución del Taller de acero



Fuente: Cosapi S.A.

La terminación temprana de la instalación del Taller de fierro, permitió recepcionar el acero en su posición de almacenamiento en el área de habilitado, o sea dispuestos en un alineamiento paralelo al eje de corte de la maquina cortadora; de forma que el nro. de movimientos de los obreros para presentar el acero en el punto de cizallamiento de la máquina, sea el mínimo posible, asimismo una vez cortado el acero, este se pueda presentar en la mesa de trabajo de las 2 máquinas dobladoras dispuestas en el taller. El personal que se dispuso para el taller de fierro es personal calificado y con experiencia en este tipo de trabajo, la disposición de recursos es el siguiente:

Tabla N° 14: Recursos usado en taller de acero

RECURSO	DESCRIPCIÓN	CANT.	COMENTARIO
Equipo	Maquina dobladora	2	se habilito 2 equipos en paralelo
	Maquina cortadora	1	1 cortadora que abastecía a las 2 dobladoras
	Grupo Electrógeno	1	equipo que abastecía energía a taller de fierro y carpintería
	Camión grúa	1	que apoyaba para carga-descarga y traslado
	Grúa telescópica	1	usado parcialmente cuando se requería carguío-descarga.
	Camión plataforma	1	para traslado de acero habilitado a los frentes de trabajo
Mano de Obra	Operador Maq. Dobladora	2	1 operador competente por equipo, adicional se tenía 1 reten
	Operador de Maq. Cortadora	1	1 operador competente y 1 reten
	Operarios	3	dentro de estos, figuran los 2 retenes operadores, que apoyan en otra labor contributoria.
	Oficiales	3	trabajos contributorios varios
	Ayudantes	3	trabajos contributorios varios

Fuente: Cosapi S.A.

4.3.2. TALLER DE CARPINTERÍA

A la par del taller de ferrería, se habilito adyacente a esta el taller de carpintería, en donde se habilitaron formas especiales de encofrado con madera, así como cortes

para completar secciones de encofrado adicional al encofrado modular usado (ULMA). Este taller estaba conformado de la siguiente forma:

Tabla N° 15: Recursos usado en taller de carpintería

RECURSO	DESCRIPCIÓN	CANT.	COMENTARIO
Equipo	Sierra circular de banco	1	los 5 operarios del taller estaban habilitados para operar estos equipos de manera indistinta, para ello pasaron curso de "herramientas de poder" y capacitados en la operación de cada equipo.
	Sierra circular de mano 9"	2	
	Garlopa de banco	1	
	Tronzadora de 14"	1	
	Taladro magnético	1	
	Grupo electrógeno		
Mano de Obra	Operador de equipos	3	operadores calificados y habilitados
	Operarios	2	Calificados en trabajos varios de habilitado de formas
	Oficiales	1	trabajos contributorios varios
	Ayudantes	1	trabajos contributorios varios

Fuente: Cosapi S.A.

Cabe mencionar que estos talleres ubicados en el Campamento de obra principal, se encuentra fuera del área de influencia de la obra, a una distancia de 1.5 a 2.5km. Por lo que se habilita oficina y almacén satelital ubicados dentro del área de influencia de la obra; con esto se logra optimizar la disposición de recursos de uso cotidiano, y lo mismo con la supervisión directa de obra.

Figura N° 17: Vista aérea de la Planta de Sulfuros

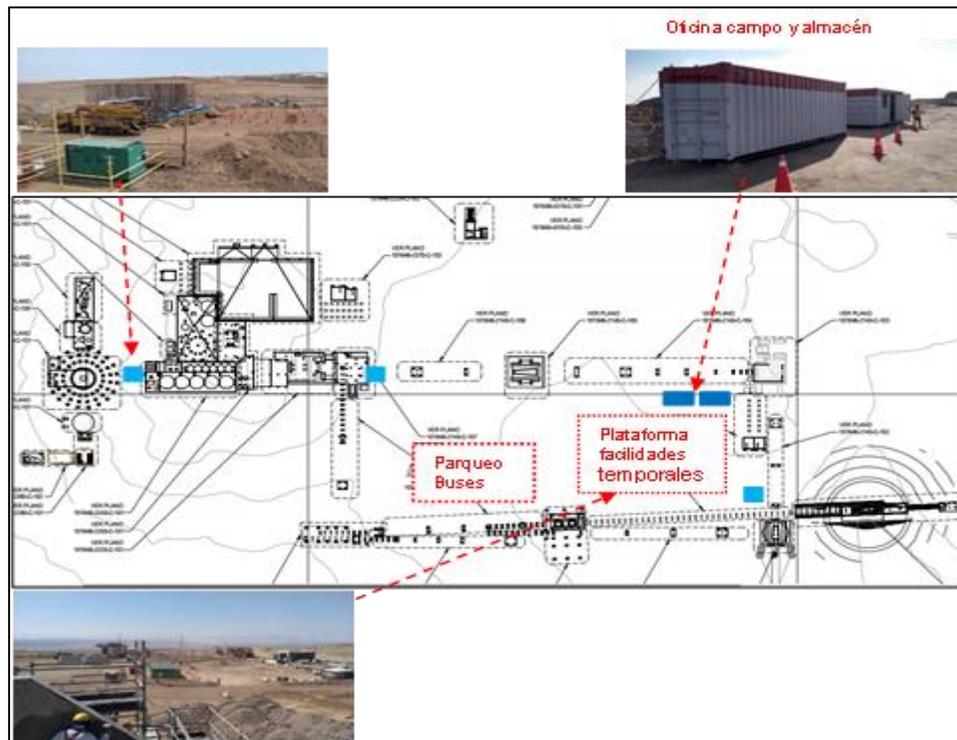


Fuente: Cosapi S.A.

Además, se dispuso los siguientes considerando para la operatividad de los talleres:

- | | |
|---|--|
| 1 | El personal operador de los equipos debe estar autorizado y capacitado por el área de mantenimiento de equipos. |
| 2 | Los operadores de equipos deben tener una experiencia mínima de 3 años, operando estos equipos. |
| 3 | El único autorizado a intervenir los equipos para cambio de cuchilla, pines u otro para graduar los equipos, son los operadores. |
| 4 | Los operadores autorizados de los equipos deben figurar en un afiche donde debe figura sus nombres y apellidos, fotografía, especialidad, categoría, visada por el área de SSOMA y Mantenimiento de equipos. |

Figura N° 18: vista panorámica de la Planta de Sulfuros



Fuente: Cosapi S.A.

Esta distribución de facilidades temporales a pie de obra (in situ) ubicados a inicio del proyecto tuvo un servicio de 12 meses, pues fue estratégicamente ubicado; luego de ese tiempo se tuvo que reubicar pues ya se debieron iniciar trabajos de instalación de servicios enterrados en dicha área.

CAPÍTULO V. PROCESO CONSTRUCTIVO PLANTA SULFUROS DEL PROYECTO MINA JUSTA

Marcobre SAC desarrolla el proyecto de cobre Mina Justa, el cual está ubicado en la región de Ica – Perú a una distancia de 500 km al sur este de Lima y a una distancia de 35 km al sur oeste de Nazca.

El proyecto consiste en el desarrollo de una mina integrada y en las instalaciones de procesamiento para extraer 18 millones de toneladas de mineral de óxido / sulfuro aproximadamente, con el objetivo de producir un promedio de 105,000 toneladas anuales de cobre contenidos en cátodos y concentrado.

Marcobre ha designado a Ausenco Perú S.A.C. bajo un acuerdo limitado de EPCM. El alcance del Proyecto del Consorcio Cosapi - ICSK (CCSK) comprende el montaje e instalaciones para la Planta de Sulfuros y Manipuleo de Materiales del Proyecto Mina Justa. Esta planta consta de las siguientes áreas principales:

Tabla N° 16: Áreas del Proyecto Mina Justa

ITEM	CODIGO	AREA
1	2100	Chancado de Sulfuro y manejo de Mineral Triturado
2	2200	Concentrador
3	2300	Facilidades del Concentrador
4	4000	Infraestructura y Servicios del Sitio
5	3110 - 3111	Transporte y Chancado Primario de Óxidos

Fuente: Cosapi S.A.

5.1. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance incluye el suministro e instalación de equipos, provisión y colocación de materiales, insumos y personal necesarios que permitan ejecutar el trabajo de manera segura, ordenada y dentro de los plazos establecidos. Los trabajos incluidos en este alcance comprenden principalmente:

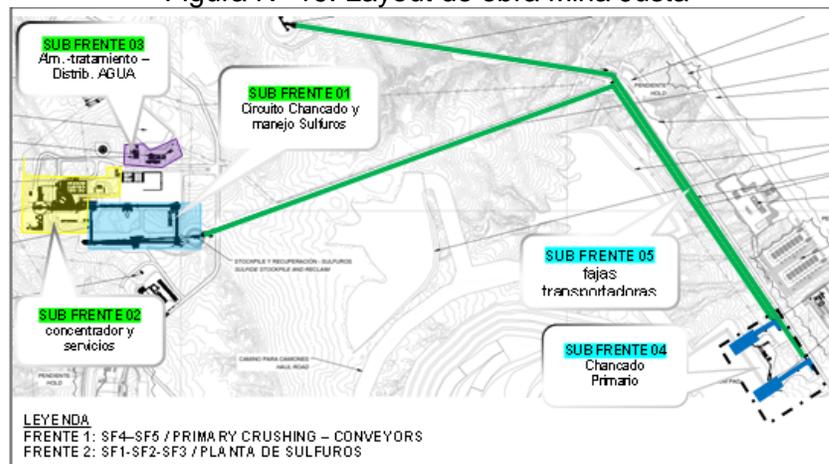
Tabla N° 17: Alcance del Proyecto

ITEM	ACTIVIDAD
1	Obras civiles y de concreto
2	Montaje de estructuras metálicas
3	Montaje, tendido y empalme de fajas transportadoras
4	Montaje de clarificadores/espesadores
5	Montaje de Chancadora de quijadas (Chancado Primario de Sulfuros)
6	Montaje de Chancadora de giratoria (Chancado Primario de Óxidos)
7	Montaje de Chancadoras de cono para chancado secundario
8	Montaje de HPGR para chancado terciario
9	Montaje de zarandas
10	Montaje de molinos de bolas
11	Montaje de celdas de flotación
12	Montaje de equipos de proceso
13	Instalación de tuberías de distintos materiales y diámetros
14	Montaje de sub-estaciones y transformadores
15	Instalaciones eléctricas y de instrumentación
16	Pre-comisionamiento de las instalaciones ejecutadas

Fuente: Cosapi S.A.

La ejecución de estos trabajos se llevará a cabo de conformidad con las especificaciones, planos, documentación técnica, Condiciones Generales del Contrato y las Condiciones Especiales de Contratación.

Figura N° 19: Layout de obra Mina Justa



Fuente: Cosapi S.A.

5.2. PLANTA DE SULFUROS

Para la elaboración del presente informe, se va desarrollar el proceso constructivo del área correspondiente a la Planta de Sulfuros en la disciplina civil, que comprende un conjunto de obras de concreto en las áreas de:

Tabla N°18: Distribución de la Planta de Sulfuros

FRETE		SUB FRETE	
1	Planta de Sulfuros	1	Chancado y Manejo de Sulfuros
		2	Concentradora
		3	Servicios de la Concentradora

Fuente: Cosapi S.A.

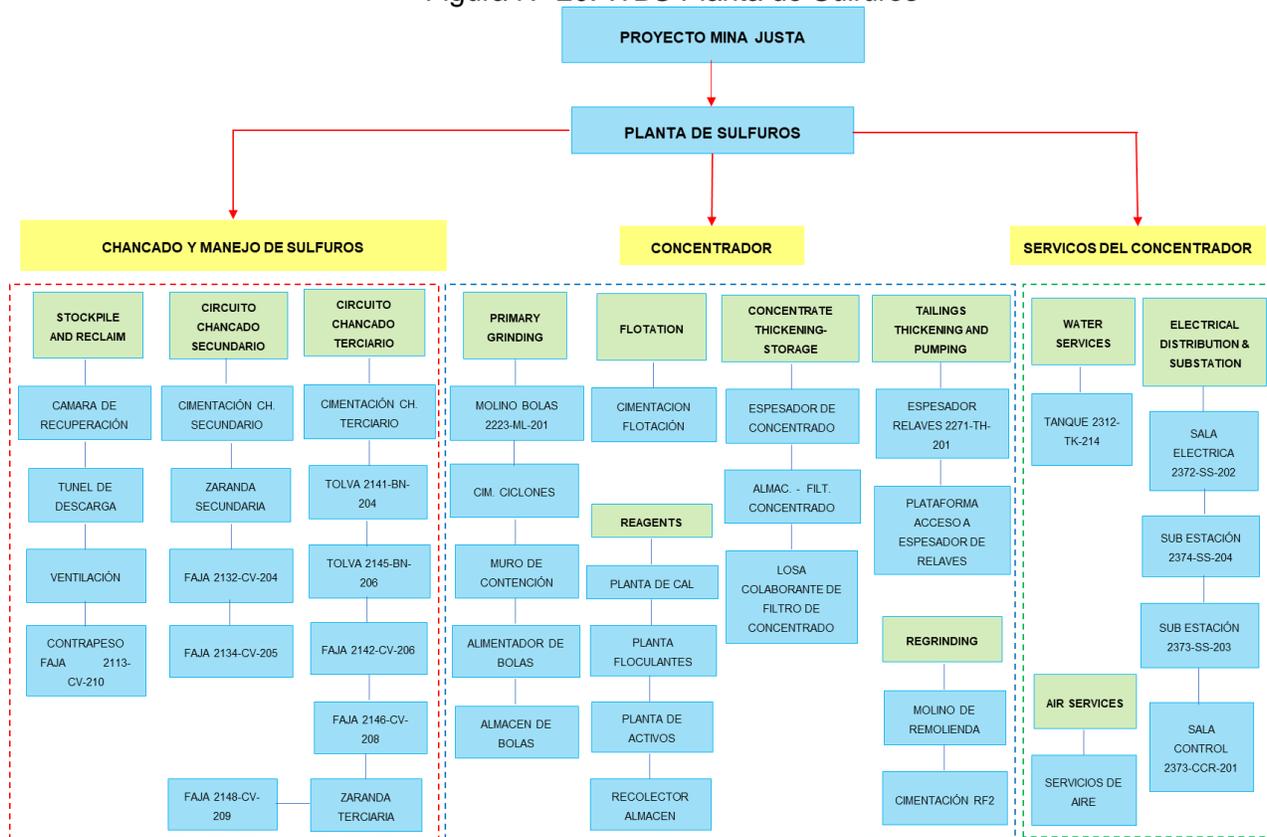
Tabla N° 19: Planos planta sulfuros

ITEM	PLANO	ESTRUCTURA
1	101946 – 2120 – C – 101 Stock Pile y Recuperación	Túnel Recuperación
2	101946 – 2120 – C – 102 Stock Pile y Recuperación	Faja CV 210
3	101946 – 2130 – C – 101 Circuito Chancado Secundario	Faja CV 205
4	101946 – 2130 – C – 102 Circuito Chancado Secundario	Zaranda 2ria.
5	101946 – 2130 – C – 103 Circuito Chancado Secundario	Faja CV 204
6	101946 – 2140 – C – 101 Circuito Chancado terciario	Tolva – 2141 – BN 204
7	101946 – 2140 – C – 102 Circuito Chancado terciario	Faja CV - 206
8	101946 – 2140 – C – 103 Circuito Chancado terciario	Chancador Terciario
9	101946 – 2140 – C – 104 Circuito Chancado terciario	Faja CV-207
10	101946 – 2140 – C – 105 Circuito Chancado terciario	Tolva -2145-bn-205
11	101946 – 2140 – C – 106 Circuito Chancado terciario	Faja CV-208
12	101946 – 2140 – C – 107 Circuito Chancado terciario	Zaranda Terciaria
13	101946 – 2140 – C – 108 Circuito Chancado terciario	Faja CV-209
14	101946 – 2220 – C – 101 Molino de Bolas – ML 201	Soporte de Ciclones- Muro de Contención
15	101946 – 2220 – C – 102 Molienda primaria	Estación Alimentador de Bolas.

16	101946 – 2240 – C – 101 Flotación	Celdas Rougher (05) Celdas Cleaner (06) Muro de Contención
17	101946 – 2250 – C – 101 Remolienda	Molino de Remolienda - Bases y pedestales - Muro de contención
18	101946 – 2260 – C – 101 Espesamiento	Espesador de Concentrado - TK-265 -TK-205 -TK-206 - TK-217
19	101946 – 2260 – C – 102 Almacén, Filtros	Almacén Concentrado Edificio Filtros
20	101946 – 2270 – C – 101	Espesamiento y Bombeo de Relaves
21	101946 – 2280 – C – 101 Reactivos	Recolector - Almacén
22	101946 – 2280 – C – 102 Reactivos	Planta de Activos Almacén de Reactivos
23	101946 – 2280 – C – 103 Reactivos	Planta de Cal - Planta de Floculantes
24	101946 – 2370 – C – 101 Distribución Eléctrica	SE - SS - 202
25	101946 – 2370 – C – 102 Distribución Eléctrica	SE - SS - 203
26	101946 – 2370 – C – 103 Distribución Eléctrica	SE SS – 204
27	101946 – 4120 – C – 101 Agua de Mar	Servicios e Instalaciones Infraestructura
28	101946 – 4310 – C – 101 Servicios de Agua	TK 403 - TK 406 - TK - 402/418
29	101946 – 4310 – C – 102 Servicios de Agua Canaleta	
30	101946 – 4310 – C – 103 Servicios de Agua	SS – 407

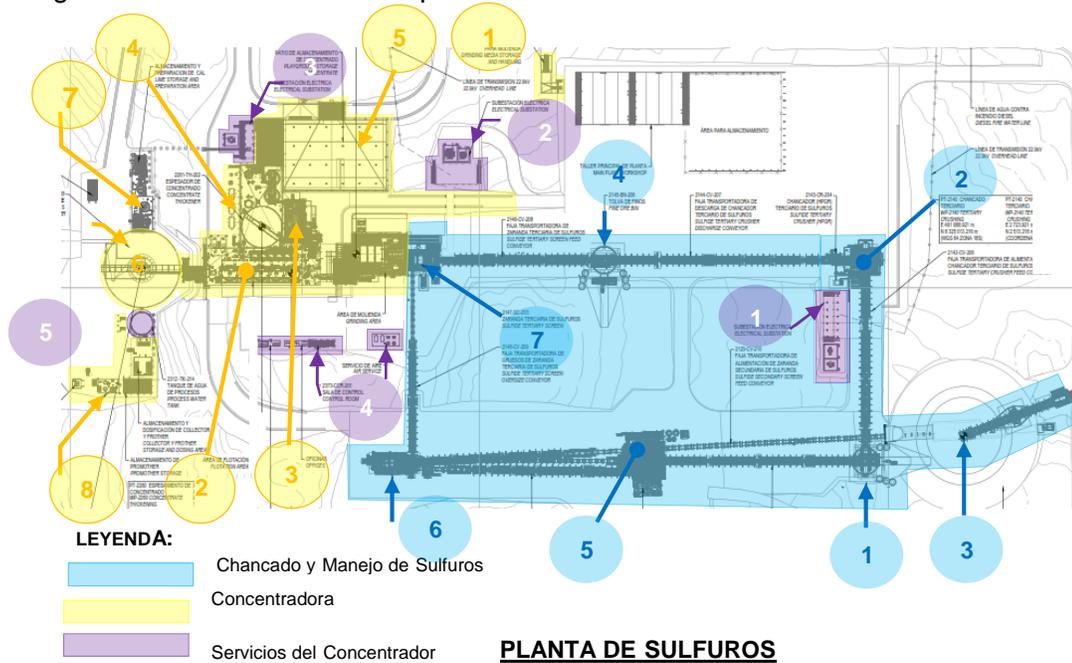
Fuente: Cosapi S.A.

Figura N° 20: WBS Planta de Sulfuros



Fuente: Cosapi S.A.

Figura N° 21: Estructuras comprendidas dentro del área de la Planta de Sulfuros



Fuente: Cosapi S.A.

Tabla N° 20: Estructuras de Planta de Sulfuros

CHANCADO Y MANEJO DE SULFUROS		CONCENTRADORA	
N°	ESTRUCTURA	N°	ESTRUCTURA
1	Tolva 2141-BN-204	1	Molienda
2	Chancador Terciario	2	Flotación
3	Contrapeso-Stacker-Cámara y Túnel de Recuperación	3	Remolienda
4	Tolva 2145-BN-206	4	Espesador de Concentrado
5	Chancador Secundario	5	Almacén de Concentrado
6	Zaranda Secundaria	6	Espesador de Relaves
7	Zaranda terciaria	7	Reactivos
		8	Recolector – Almacén
SERVICIOS DEL CONCENTRADOR			
N°	ESTRUCTURA		
1	Sala Electrica 2372-SS-202		
2	Sub Estación 2373-SS-203		
3	Sub Estación 2374-SS-204		
4	Sala de Control 2373-CCR-201		
5	Tanque de Agua 2312-TK-214		

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22: Vista BIM de la Planta de Sulfuros



Fuente: Cosapi S.A.

5.2.1.SUBFRENTE 1: CHANCADO Y MANEJO DE SULFUROS

En este sub frente se tiene 7 estructuras de envergadura como se muestra en gráfico anterior, los trabajos se iniciaron en la cimentación de la Tolva 2141-BN-204, que es la 1ra área entregada a la contratista, el orden de entrega de estas estructuras para que se inicien los trabajos de montaje fue:

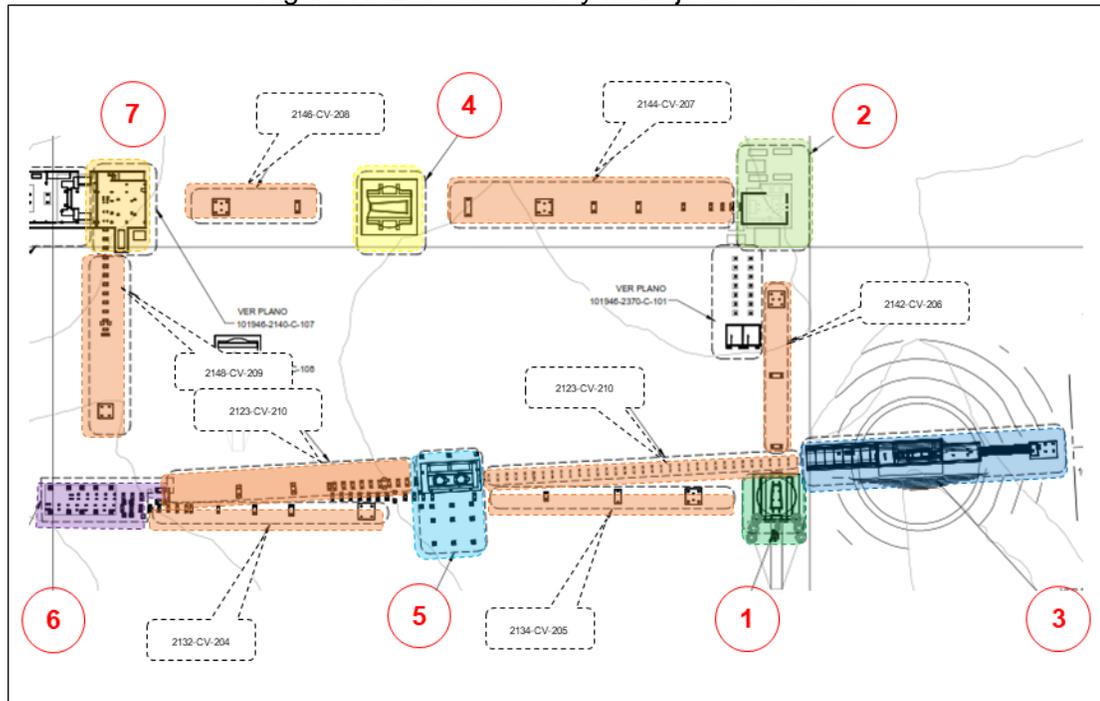
Tabla N°21: Descripción de estructuras

ITEM	ESTRUCTURA
1	Tolva 2141-BN-204
2	Chancador Terciario
3	Contrapeso-Stacker-Cámara y Túnel de Recuperación
4	Tolva 2145-BN-206
5	Chancador Secundario
6	Zaranda Secundaria
7	Zaranda terciaria

Fuente: Cosapi S.A.

Las bases de las fajas de transporte se ejecutaron en paralelo, y aprovechando ventanas (espacios de tiempo libre) que nos dejaban las cuadrillas de Montaje de estructuras, pues una vez recibidos las estructuras de concreto por parte de la disciplina civil, ellos ingresaban con sus equipos (grúas telescópicas, camión grúa, telehandler etc.) y cerraban toda su área de influencia por la operación de sus equipos.

Figura N° 23: Chancado y Manejo de Sulfuros



Fuente: Cosapi S.A.

A continuación, se detalla las actividades y consideraciones comunes que se desarrollaron previos a la ejecución misma de las estructuras de concreto en su área de proyección; mencionamos que para este informe se está considerando solo lo ejecutado en la “Planta de sulfuros” que es el frente en donde el suscrito estuvo a cargo de las obras civiles, en el proyecto hubo 2 frentes. Por lo que algunos recursos del proyecto eran compartidos y/o sinergizados que permitió el aprovechamiento de sus HM y por ende la optimización de sus rendimientos.

El área del subfrente 1, fueron las primeras que se nos entregó por parte de la supervisión con fecha 17 diciembre 2019, en la caminata de entrega se realizó las siguientes observaciones:

No se tienen bermas de protección hacia los taludes, se hará levantamiento topográfico de superficie, para verificar niveles de entrega; talud presenta piedras sueltas con posibilidad de caída, se observa falta de desquinche.

Las observaciones que involucran desviaciones de seguridad (condiciones que ponen en riesgo la integridad física del trabajador) fueron levantadas o ejecutadas por la

contratista, para eliminar el riesgo de daño al personal involucrado en el inicio de los trabajos; una vez corregida las desviaciones debe tenerse el visto bueno del área de SSOMA quien verifica que las condiciones actuales del área cumpla con las condiciones de seguridad para el ingreso del personal, con dicha aprobación el contratista esta expedito para iniciar trabajos productivos.

Previo al inicio de los trabajos productivos, se realiza la habilitación del área con la instalación de recursos para servicio de seguridad y operacional, como se muestra en tabla adjunta:

Tabla N° 22: actividades de habilitación del área de trabajo

ITEM	HABILITACIÓN AREA DE TRABAJO
1	Instalación de batería de residuos
2	Instalación de estación de emergencia
3	Habilitación de accesos peatonales y colocación de señalización, bermas o barandas rígidas en zonas de interacción hombre - maquina.
4	Señalización de crucesos peatonales.
5	Habilitación de bermas y barandas rígidas en zonas de taludes con exposición a caída (permanentes con madera y temporales con andamios).
6	Instalación de oficina de campo y almacén satelital
7	Instalación de grupo electrógeno
8	Instalación de tableros eléctricos y conexionado a oficina, almacén y puntos de toma de energía para equipos de poder.

Fuente: Cosapi S.A.

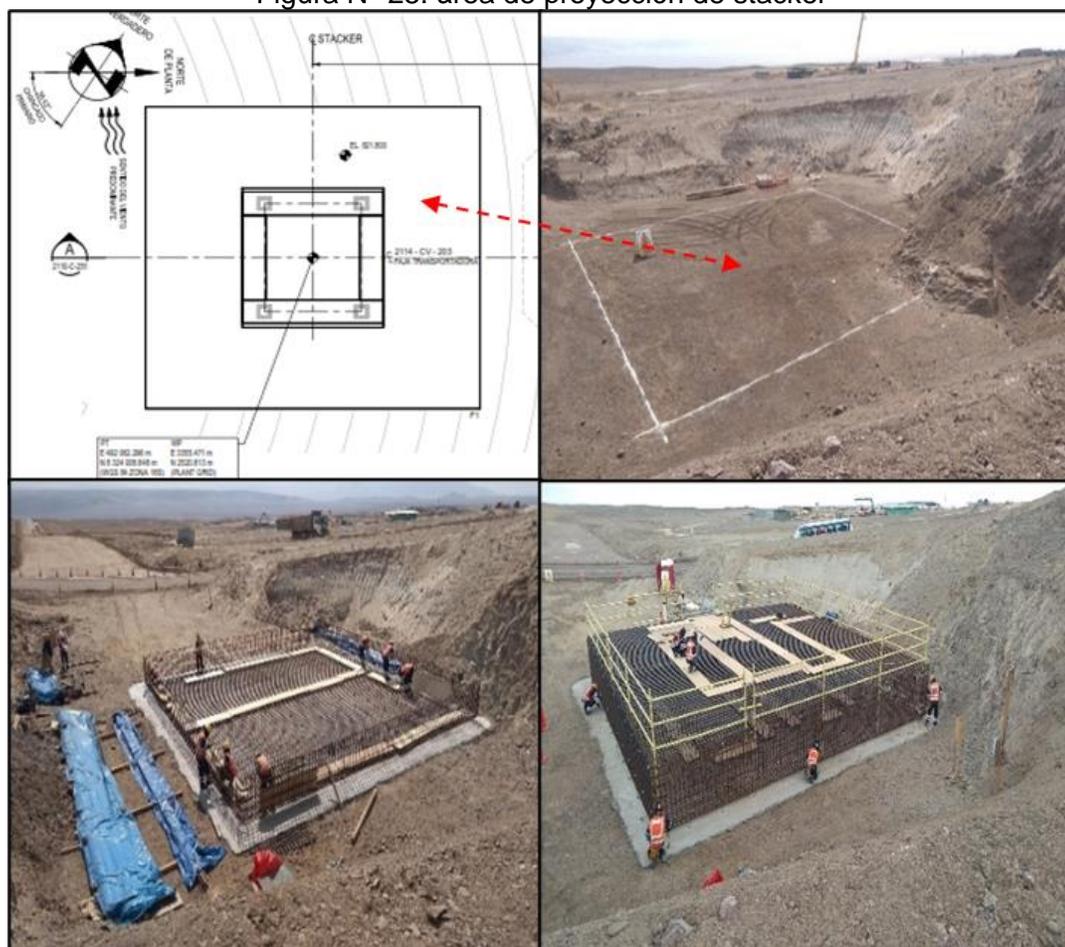
Figura N° 24: Habilidad SSOMA (batería de residuos, barandas rígidas, señalizaciones etc.).



Fuente: Cosapi S.A.

La 1ra área entregada por el cliente fue el área proyectada de la Tolva 2141-BN-204, y el área adyacente a esta correspondiente a la proyección del Túnel de Recuperación, Stacker y Contrapeso, por lo que, una vez recibido esta área con conformidad sin observaciones, nuestra área de topografía realiza el trazo y replanteo de la cimentación proyectada de la estructura, en la figura siguiente se muestra la superficie de la fundación F1 del Stacker.

Figura N° 25: área de proyección de stacker



Fuente: Cosapi S.A.

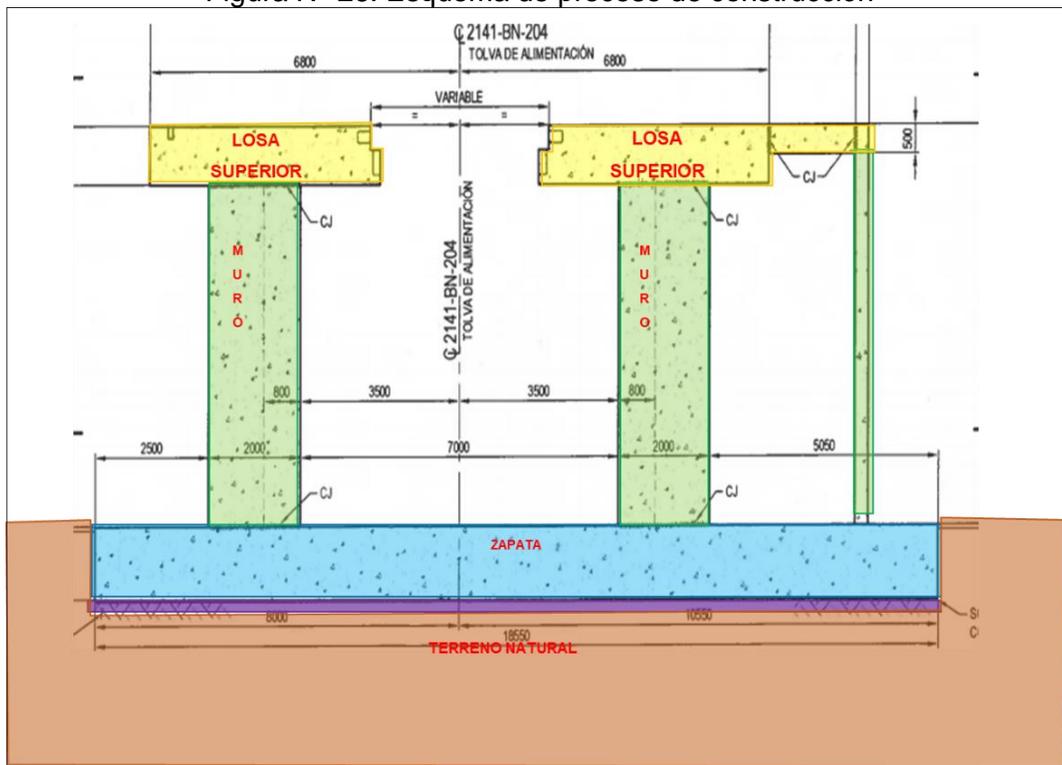
5.2.1.1. SECUENCIA CONSTRUCTIVA DE TOLVA 2141

La 1ra entrega de terreno por parte del cliente a través de la supervisión Ausenco, fue del área proyectada de la Tolva 2141, con fecha 17 diciembre 2019.

La Tolva 2141 (ver anexo 1) se conforma de los siguientes componentes

- ✓ Zapata
- ✓ Muros
- ✓ Losa superior

Figura N° 26: Esquema de proceso de construcción



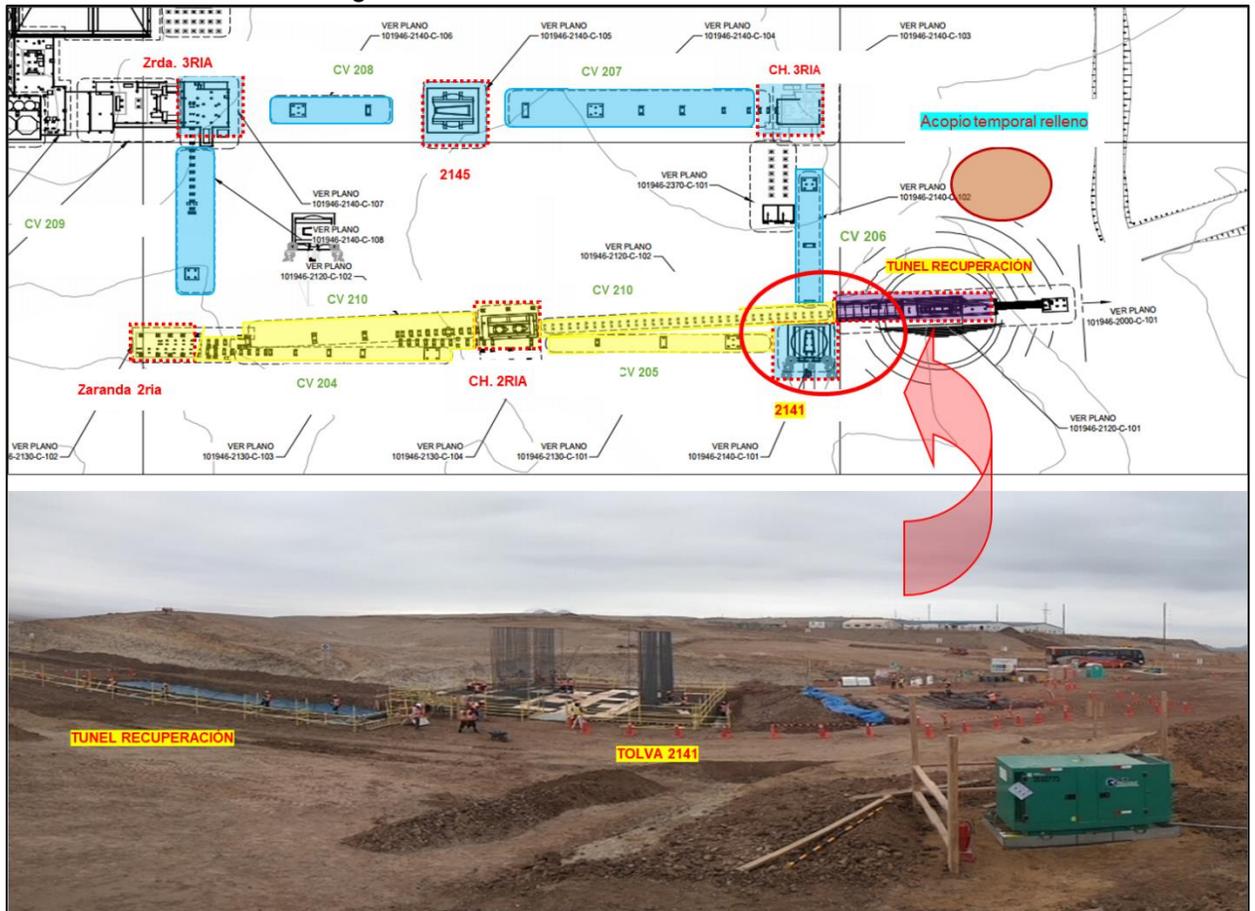
Fuente: Cosapi S.A.

Etapas del proceso constructivo:

Excavación, nivelación y compactación; el área de excavación de 19.00m x 18.55m una profundidad promedio de 1.25m. en este proceso se encontró estrato rocoso y se realizó el protocolo topográfico para validar el nuevo volumen de demolición de roca, hasta llegar al NFS (nivel de fondo de solado).

- ✓ Colocación de solado; se usó concreto de 10Mpa, al día siguiente se realizó trazo y replanteo de estructura proyectada de la Tolva 2141.
- ✓ Colocación de acero, embebidos, encofrado y concreto en zapata;
- ✓ Colocación de acero, embebidos, encofrado y concreto en muros, pedestales, bases, etc.
- ✓ Colocación de encofrado, acero, embebidos y concreto en Losa elevada.

Figura N° 27: Proceso constructivo



Fuente: Cosapi S.A.

5.2.1.1.1. ZAPATA DE TOLVA 2141

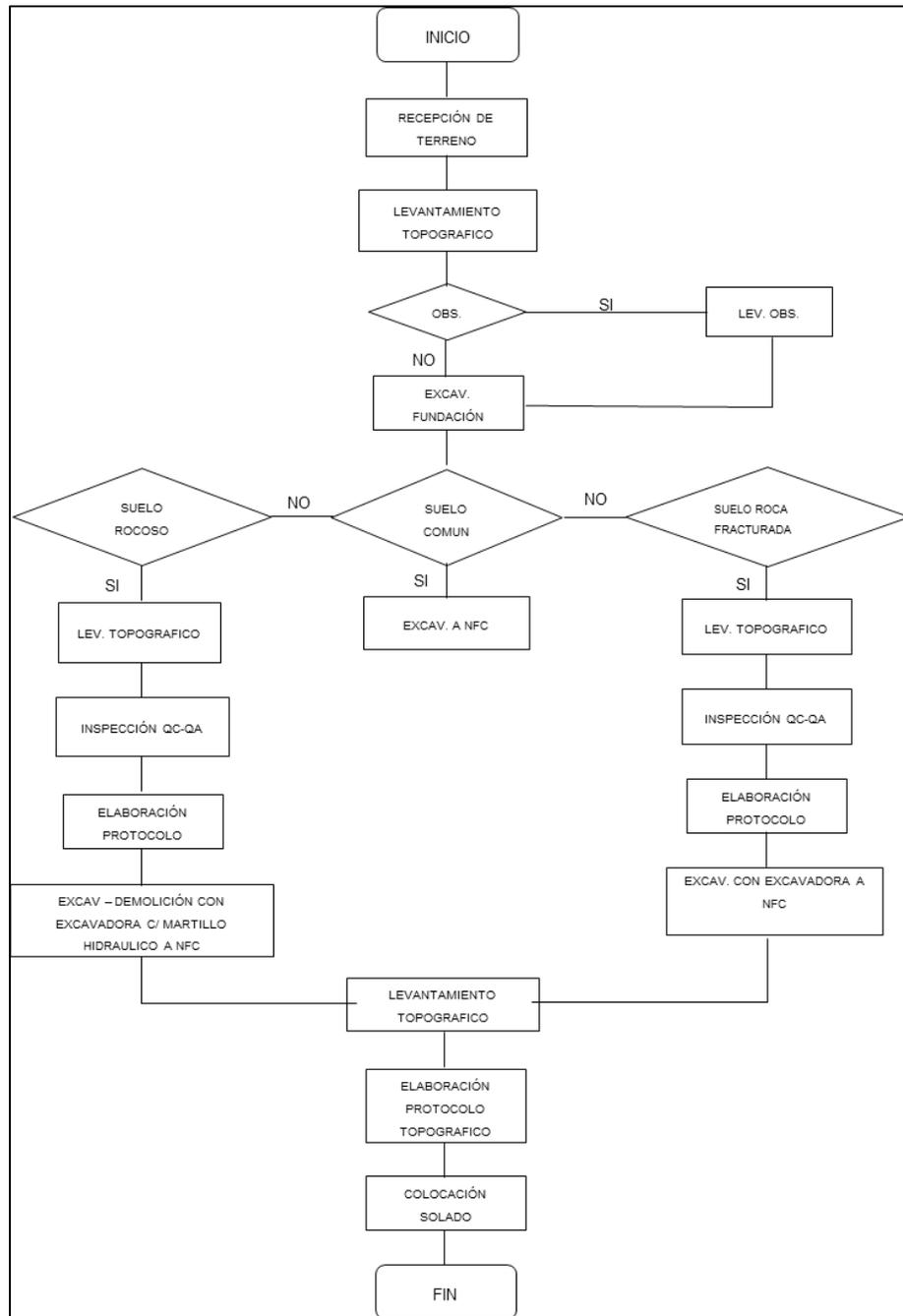
5.2.1.1.1.1. EXCAVACIÓN

ROCA DURA

Se entiende por “Roca Dura” el estrato consolidado de alta dureza, y para su excavación requiere de equipo percutor como: excavadora con martillo hidráulico, uso de explosivo, uso de martillo neumático o eléctrico.

En el proyecto se optó por la Excavadora con martillo hidráulico, por las características del área y versatilidad, pero este equipo al demoler la roca por impacto y fracturamiento, tiene un radio de acción que no es eficaz el control de cotas, como consecuencia al final se tiene una superficie no uniforme y con variación respecto a la cota uniforme del fondo de cimentación de la estructura. En muchos casos esta superficie de roca encontrada es considerada como un vicio oculto y bajo ese concepto, es que la contratista solicita el reconocimiento del sobre costo de esta variación final (generalmente negativa, o sea por debajo de la cota de NFC) que es compensada o rellenada con concreto de 100 kg/cm² o CLSM (20kg/cm²).

Figura N° 28: Diagrama de flujo
DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO EXCAVACIÓN



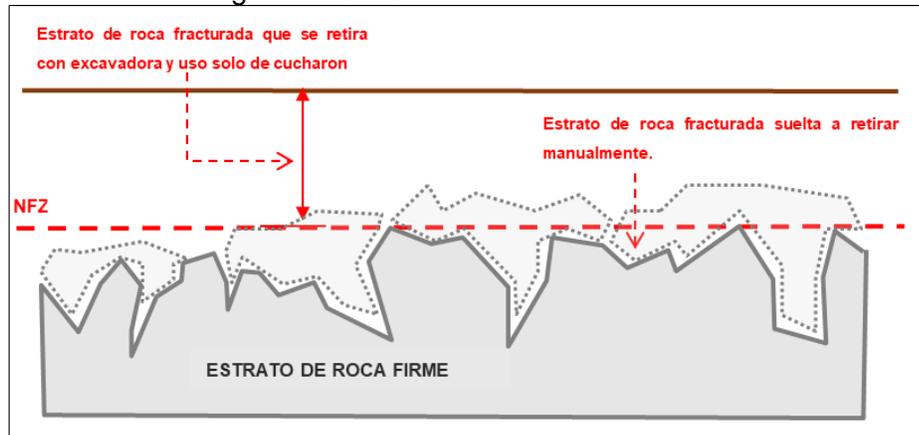
Fuente: Cosapi S.A.

ROCA FRACTURADA

Se entiende por “Roca Fracturada” al material rocoso cuya dureza y composición es factible de excavar con Excavadora c/cucharón, retroexcavadora o tractor c/Ripper.

En el proyecto se optó por Excavadora c/Cucharón este tipo de material es factible su retiro solo con el cucharón de la excavadora, pero por las características angulosas de la roca no queda una superficie uniforme; esta última superficie discontinua se deberá retirar manualmente con ayuda de lampa, pico, escobillones y/o retroexcavadora.

Figura N° 29: Estrato de roca a eliminar



Fuente: Cosapi S.A.

Luego hacer una limpieza con la escoba retirando todo material granular, luego de eso se sopletea con apoyo de una compresora de aire, de forma de obtener una superficie limpia de polvo que permita una adherencia adecuada entre la superficie rocosa y el solado a colocar.

Figura N°30: Estrato rellenado con solado



Fuente: Cosapi S.A.

Esta capa en la que se va colocar el solado, por las características del material roca fracturada suelta la “Hp” altura promedio era variable, en función de eso se dieron los siguientes casos:

- ✓ Hp > 0.25m, en el caso de algunas estructuras pequeñas la supervisión solicitaba se respete alcance del proyecto, que indicaba colocar relleno estructural hasta 0.05m por debajo del NFZ y de allí el solado concreto 100 kg/cm².

Figura N° 31: fundación con material heterogéneo y conformación de NFC



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Hp > 0.25m, en algunos casos de estructuras de mayor dimensión y de criticidad en la operación del equipo a instalar, la supervisión autorizaba el uso de colocación de concreto de 100 kg/cm² ó CLSM. Para lo cual se solicitaba la aprobación vía RFI o Plano Red Line.
- ✓ Hp ≤ 0.25m, se colocaba CLSM, de igual forma previamente se debía tener aprobado el RFI o plano Red Line.

MATERIAL NO APTO

Es el material que se encuentra a nivel de fondo de fundación y su capacidad portante no es apto para recibir la estructura de concreto, debido a la presencia de material arcilla – limo orgánico (color negruzco). En este caso se solicita instrucción de la supervisión para continuar trabajos, para lo cual nuestra área de Ingeniería debe elaborar un RFI (Requerimiento de Información) para enviarse a la supervisión (Ausenco) mediante el cual se recibirá instrucciones para continuar los trabajos. Otra forma más rápida de solución es cuando la supervisión se apersona a campo para evaluar condiciones y características de suelo y mediante un Redline autoriza se retire

todo el estrato de suelo contaminado hasta una cota indicada, y esta sea reemplazada por:

- ✓ CLSM, era un concreto de resistencia 2 kg/cm²
- ✓ Concreto de resistencia de 100 kg/cm²
- ✓ Relleno Estructural

DISPOSICIÓN MATERIAL EXCAVACIÓN SEGÚN TIPO

El material de todo el proceso de excavación se tenían 3 tipos y según su característica se disponía de la siguiente manera:

Tabla N°23: Tipo y disposición de material de excavación

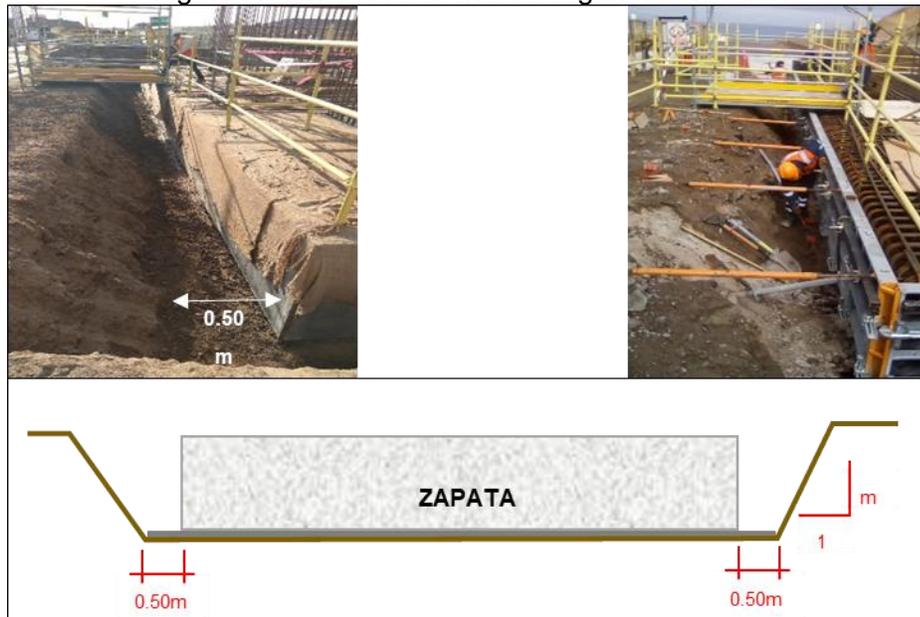
ITEM	TIPO	DISPOSICIÓN
1	Material común recuperable	Se disponía en punto de acopio temporal habilitado en lado norte de Túnel de Recuperación, en este punto se volvía a procesarlo para reutilizarlo en los rellenos.
2	Material común contaminado	Una parte se eliminaba a botadero habilitado por el cliente; otra parte de este material sin piedras grandes se utilizaba en la habilitación de bermas de seguridad en taludes y/o accesos peatonales, sobre todo en donde se tenía interacción hombre – máquina; otra parte se utilizó para la conformación de plataformas temporales (para ubicar facilidades temporales) así como para habilitar rampas de acceso vehicular temporal (a zona de Molienda para ingreso de grúas y cama bajas con equipos de Molinos).
3	Material de demolición	Una parte se seleccionó material con piedras hasta tamaño máx. de 12” para trasladarlo al área de Chancadora primaria para usarlo en el relleno de espaldón de los muros de gaviones; el saldo se llevaba a botadero asignado por el cliente.

Fuente: Cosapi S.A.

SOBRE ANCHO EN EXCAVACIONES

En todas las excavaciones para ubicar las cimentaciones de las diferentes estructuras, se daba un sobre ancho exterior en todos los lados por tema de seguridad y operacional, que nos permite la transitabilidad del personal obrero y para ubicación del encofrado, este sobre ancho en la base era de 0.50m con un talud cuya pendiente “m” era de acuerdo al tipo de suelo, que garantice la estabilidad del talud, asimismo debía estar libre de material suelto ó sea “desquinchado”.

Figura N° 32: Sobre ancho de seguridad de talud



Fuente: Cosapi S.A.

SOLADO

Estrato de concreto colocado para absorber irregularidad de terreno, facilidad constructiva, aislamiento para protección de fondo de estructura proyectada.

Figura N° 23: Colocación del solado y trazo de proyección de estructura



Fuente: Cosapi S.A.

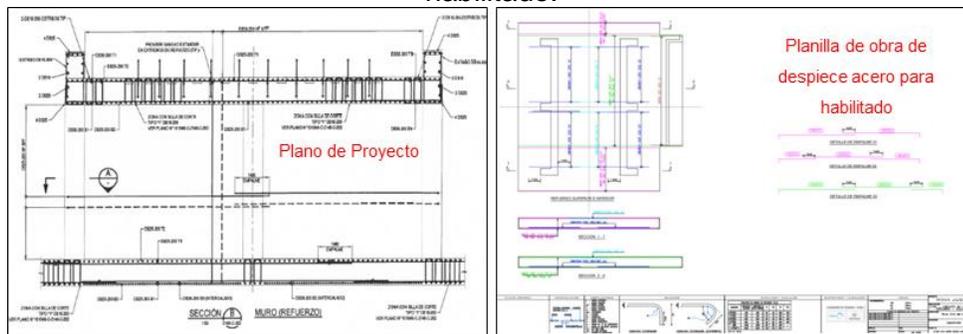
Sobre este solado nuestra área de topografía realiza el trazo y replanteo de la estructura de concreto a construir, con el uso de plantillas y pintura en spray color rojo, que permita visualizar ejes y formas para ubicación exacta de la estructura proyectada. Una vez realizado este trazo, su validez debe ser corroborado por la

supervisión GMI, para lo cual firma un protocolo topográfico las disciplinas de construcción y calidad.

5.2.1.1.1.2. HABILITACIÓN DE ACERO

Nuestra área de Ingeniería, con los planos de acero del proyecto elabora en obra Planillas (es un despiece del acero según elemento de estructura, en esta planilla se codifica por pieza en tamaño, forma, cantidad, peso, ubicación y Estructura), para facilidad constructiva estas planillas son a color.

Figura 34: Planilla área Ingeniería de despiece de Plano del Proyecto, para habilitado.



Fuente: Cosapi S.A.

La planilla elaborada por el área de Ingeniería, pasa al jefe de grupo del taller de ferrería, para iniciar el habilitado, en el proyecto se decidió por estrategia constructiva realizar un habilitado mixto (70% habilitado en obra y 30% mandado habilitar a proveedor), todo el acero es distribuido por AASA (aceros Arequipa S.A.).

Figura N° 35: Taller de Habilitado de acero.



Fuente: Cosapi S.A.

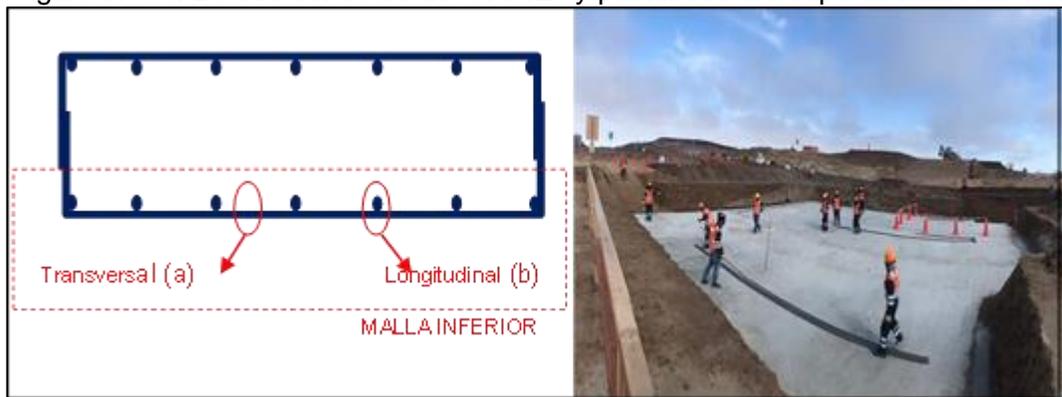
En el taller tanto el acero entero recibido, así como el habilitado es debidamente almacenado sobre tacos de madera de 4" x 4", el traslado a obra para su colocación es con apoyo de camión grúa y/o Grúa telescópica y camión plataforma según disponibilidad.

El habilitado del acero se ejecuta en función de la necesidad de la producción en campo y se traslada a campo a un área habilitada como acopio temporal (adyacente a la estructura de servicio), en igual forma que en taller clasificadas según tamaño, forma y ubicación en estructura. Este punto de acopio a pie de estructura, debe ser ordenado con accesibilidad peatonal y vehicular, de forma que se pueda retirar el acero dimensionado a su punto de ubicación en la estructura de forma manual o con equipo en orden secuencial según se tenga las condiciones adecuadas. Ejemplo: malla inferior, malla superior, arranques de muro, verticales de muro, horizontales de muro.

5.2.1.1.1.3. COLOCACIÓN DE ACERO ZAPATA

Una vez que ya está liberado el trazo y replanteo de la estructura proyectada en el solado, primero se coloca el acero de la malla inferior de la zapata, para lo cual se realiza un emplantillado (cantidad de acero que sirve como guía) para mantener una distribución con espaciamiento según indica en planos, así como la horizontalidad y verticalidad de los elementos longitudinales y transversales.

Figura N° 36: Detalle del acero de refuerzo y plantillado 1ra capa de malla inferior



Fuente: Cosapi S.A.

Digamos que se tiene una estructura de lados ancho (a), largo (l), el nro. de plantillas es como se menciona:

Nro. Plantillas transversal = Entero $(l/2) + 1$

Nro. Plantillas longitudinal = Entero $(a/2) + 1$

Ejemplo, para el caso de la zapata de la Tolva 2141 cuya sección en planta es 19.00m x 18.55m, se usaron: guías transversales: 11 unidades; guías longitudinales 10 unidades.

- ✓ Se posiciona un paquete de plantillas de un sentido (adyacentes unas a otras y alineadas) y Luego con un marcador metálico se marca los espaciamientos entre eje y eje del acero del otro sentido de las plantillas.
- ✓ Estas plantillas ya marcadas se distribuyen equidistantes en la 1ra capa y luego se completa la distribución de todo el acero de la 1ra capa de la malla inferior.
- ✓ Luego se colocan las plantillas ya marcadas de la 2da capa de la malla inferior, distribuidas equidistantes; y se empieza a tejer la malla parcial, colocando tope en los extremos (en la escuadra vertical) manteniendo verticalidad y recubrimiento.
- ✓ Conforme se va tejiendo se va colocando los dados de concreto para darle el recubrimiento en el fondo de zapata. En paralelo se va completando la malla de la 2da capa de la malla inferior.

Figura N° 37: plantillado y colocación acero 1ra malla.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Completado la 1ra malla se inicia la colocación de “burritos” para fijar la malla superior, que es colocado siguiendo el mismo procedimiento inverso de la 1ra malla.
- ✓ En paralelo a este proceso se va colocando acero adicional para las fallas por corte (sillas de corte, tipo 2 “estribo rectangular” y tipo 1 “burrito”) comprendido entre malla inferior y superior.
- ✓ La cantidad y el orden de este acero intermedio (burritos y sillas de corte) se coloca de manera que no afecte la trabajabilidad para completar la 1ra y 2da capa del acero de la malla superior.

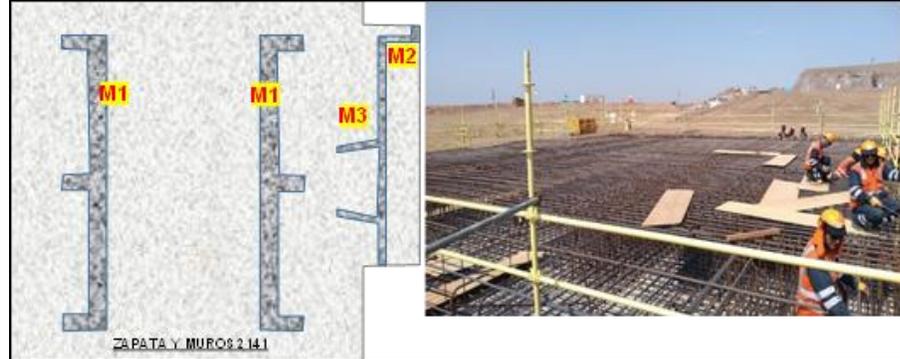
Figura N° 38: Fijación del acero 1ra capa malla inferior y burritos, uso de tricapas para transito personal.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Completado la malla superior y cerrado los laterales, se debe habilitar entradas para personal obrero al interior de la zapata, para fijar el acero vertical de los muros. Estas deben estar señalizadas.
- ✓ Es importante tener en cuenta los controles de seguridad como son: accesos habilitados para transitar sobre la malla de acero, usando tricapas; personal con EPP completo y herramientas inspeccionadas, uso de barandas rígidas anticaídas, etc.

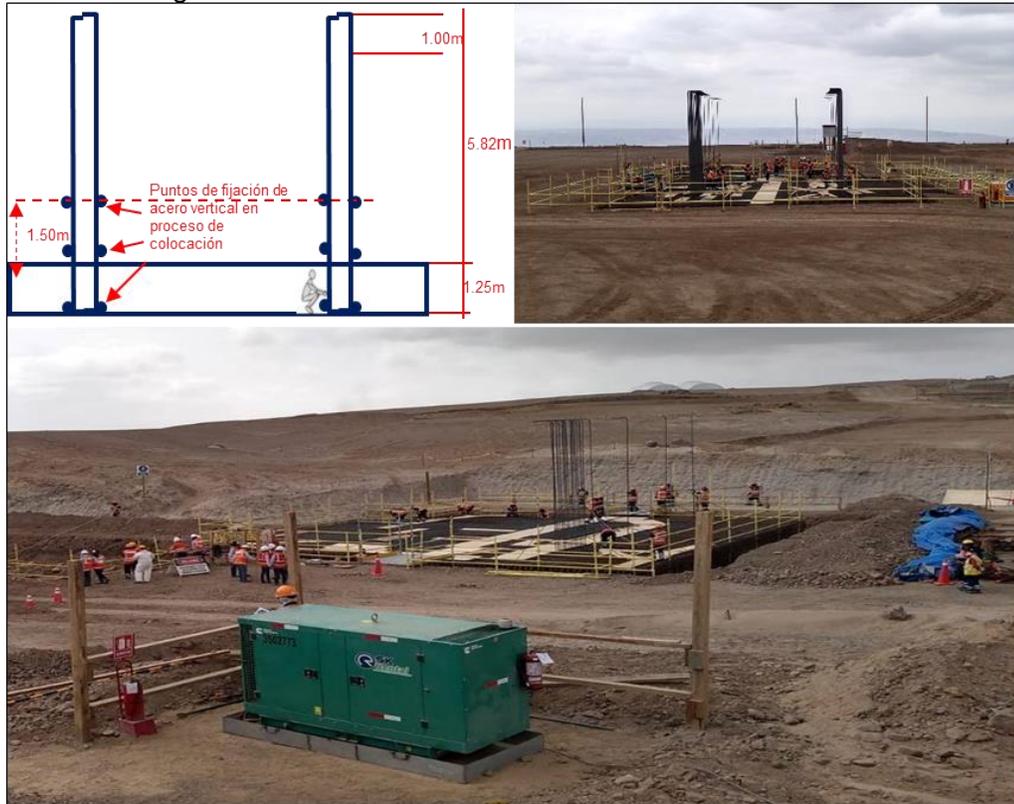
Figura N° 39: Colocación del acero en Obra



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Luego de terminado la colocación de la malla superior, la cuadrilla de topografía realiza el trazado de la proyección de muros, columnas, bases sobre la malla superior.; para guía de la colocación del acero vertical.
- ✓ Se inicia la colocación del acero vertical de los muros anclados en la malla inferior, esta actividad es considerada crítica por la longitud, diámetro y peso del acero ($h=8.07$ m, $\Phi 1''$, 32 kg), para lo cual se armó la cuadrilla de la siguiente forma:
 - 02 obrero ingresa al interior de la zapata (entre malla inferior y superior), para lo cual se dejaron 4 aberturas en la malla superior.
 - Se ubica 01 (uno) vigía de espacio confinado al ingreso de la abertura para controlar ingreso de personal autorizado y capacitado.
 - Se dispone de 3 obreros que harán la labor de venteros para posicionar el acero vertical en su posición final.
 - 4 obreros que trasladan el acero, fijan en su posición final el acero.

Figura N° 40: Colocación del acero vertical de los muros



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ El proceso de colocación es por muro y por cada cara de cada uno de ellos, Se colocan primero los 2 aceros verticales de los extremos del muro (01 cada extremo), y 02 acero verticales en la parte central del muro, estos sirven como guía para completar el resto de acero vertical del muro.
- ✓ A estas guías se colocan 2 varillas horizontales (ubicadas a $h_1=0.30$ y $h_2= 1.50$ sobre la malla superior) que servirán para fijar los aceros verticales restantes que complementan el muro.
- ✓ Cada varilla vertical que se va colocando es fijado en su posición amarrándolos con alambre a la malla inferior y superior, así como a las guías horizontales; este proceso se repite por cada cara y numero de muro, con lo cual ya se puede colocar concreto en zapata; el termino de colocar todo el acero del muro es posterior a la colocación del concreto en zapata.

5.2.1.1.1.4. ENCOFRADO ZAPATA

Para optimizar el tiempo de encofrado, en terreno se dispuso que la cuadrilla de fierros avance dando prioridad al cierre de las caras laterales, lado por lado; conforme ellos completaban el acero un lado de la zapata, la cuadrilla de carpintería ingresaba a presentar el encofrado (junto con los puntales y durmientes), adelantando el inicio del encofrado, siguiendo este proceso:

- ✓ Fijado el acero vertical y ya presentado el encofrado en todo el perímetro, se procedía asegurar la verticalidad y horizontalidad del encofrado.
- ✓ En la vertical de la zapata se colocan 2 dados alineados y cada 1m (en algunos casos a menor distancia por falta de recubrimiento).
- ✓ Culminado el encofrado y colocación de dados se procedía a la liberación topográfica.

Figura N° 41: Colocación del encofrado



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Verificado por topografía, luego se procedía a la liberación por el área de calidad (revisión de estado del acero, recubrimientos, espaciamiento, limpieza y sopleteo de superficie de solado libre de residuos contaminantes, etc.), dando visto bueno una vez firmado el protocolo por las partes.

5.2.1.1.1.5. CONCRETO EN ZAPATA

La actividad de colocación de concreto, es un hito principal, marca la etapa final del proceso constructivo de la obra civil (de cada etapa componente de una estructura). En este caso se va colocar concreto en la Zapata de la Tolva 2141, por su volumen 450m³ (se considera vaciado masivo), adicionalmente es el 1er vaciado masivo de todo el proyecto.

Figura N° 42: Habilitación de 3 puntos descarga directa con chutes



Fuente: Cosapi S.A.

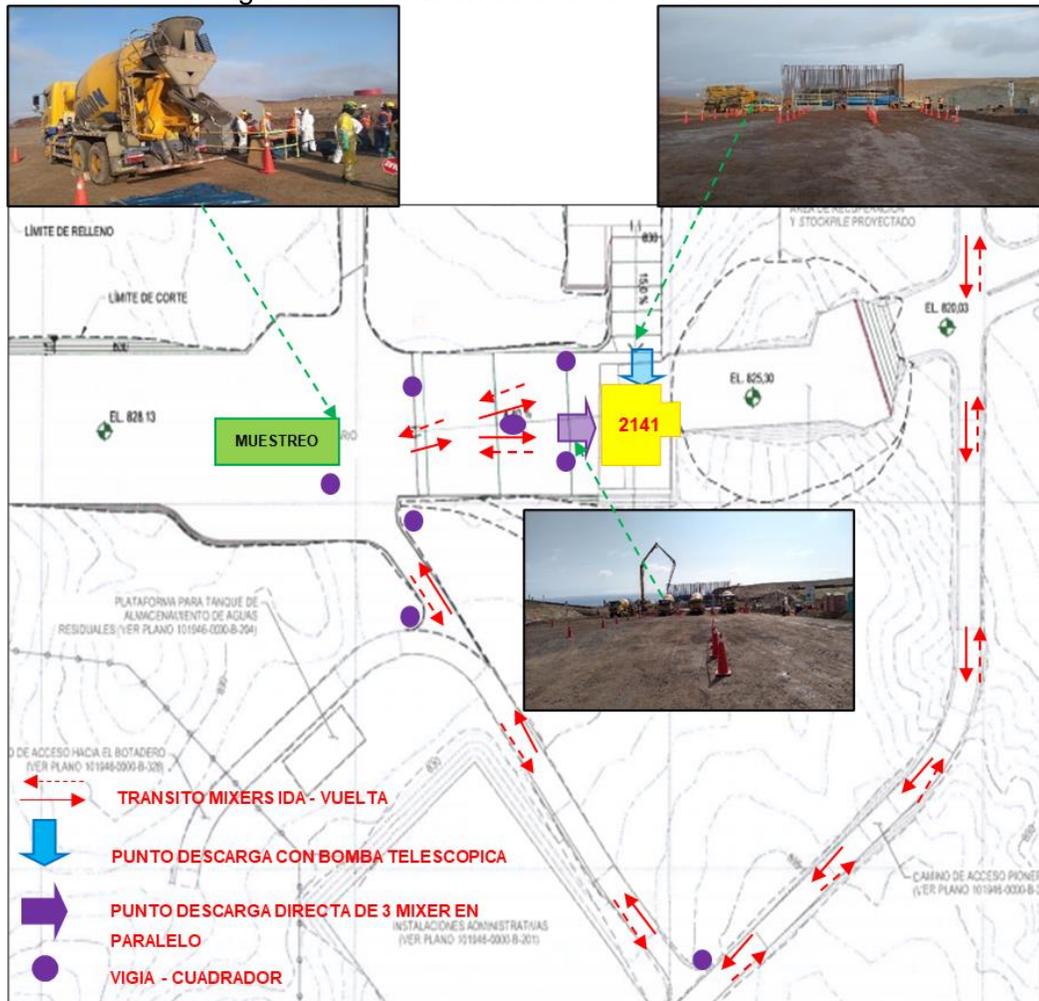
Dada la importancia del vaciado y por ser el 1er concreto masivo (450m³), la contratista dispuso una serie de controles para garantizar la eficiencia de la colocación de concreto. Se enumeró y detalló actividades previas, como:

Tabla N°24: Descripción de actividades previas al vaciado de concreto.

N°	ACTIVIDAD PREVIAS
1	Se debe confirmar o fijar fecha y hora de inicio de vaciado en 3week.
2	definir cuadrillas involucradas en el vaciado (vigías, cuadradores, albañiles, colocación de cobertura etc.)
3	coordinar transporte, refrigerios, permisos necesarios para el día del vaciado programado.
4	programar reunión de coordinación de las áreas involucradas en el vaciado (SSOMA, Calidad, Producción, administración)
5	Elaborar un Sketch, donde se indica flujo de ingreso, posicionamiento y salida de los mixeres, ubicación de bombas telescópicas, ubicación de luminarias, punto de muestreo, ubicación de vigías y cuadradores etc.
6	Programar personal de turno para el control de microclima del concreto
7	controles para la condición climática calurosa reinante en la zona.
8	Coordinar fecha, hora, recursos para realizar una prueba en vacío.
9	Confirmar la disponibilidad de equipos disponibles para la fecha del vaciado programado.
10	Tener una alternativa en caso que para la fecha de vaciado se disponga de 01 sola bomba telescópica.

Dada la magnitud de las Estructuras en el proyecto (vaciados masivos en su mayoría) se implementó sketch de flujo de vaciado por cada uno de las estructuras.

Figura N° 43: Sketch de Colocación del concreto



Fuente: Cosapi S.A.

Actividades programadas para durante el vaciado:

- ✓ Cada vibradora debe contar con 01 operador y su ayudante, se debe contar con 03 vibradoras activas y 01 de reten.
- ✓ se debe contar con 1 técnico de Mntto. Eléctrico y Mntto. Mecánico durante dure el proceso de vaciado.
- ✓ La plataforma de vaciado debe contar con flujo de tránsito con entrada y salida de personal, las cuales deben contar bebederos y lavaojos.
- ✓ Se debe tener previsto personal de apoyo para disposición de los tablonés, según avancen los albañiles; y para la colocación de microclima conforme se va cerrando área.

- ✓ Sé debe contar con calentadores eléctricos operativos para microclima en turno noche y 01 personal de turno para control.
- ✓ Personal de calidad debe asegurar correcta ubicación de termocuplas para el control de temperatura del concreto los 3 primeros días.
- ✓ En el área de vaciado se debe contar con 01 estación de emergencia, punto de uso de celular, batería de residuos.

Asimismo, se debe tener organizado el personal directo que estará involucrado en la operación de colocación de concreto, la cantidad varia ligeramente en función de volumen, hora, área de influencia del vaciado.

Tabla N° 25: distribución de personal para vaciado concreto masivo

ACTIVIDAD		J.G.	VIGIA	OP.	OF.	AY.	OBSERVACIONES
Muestreo de concreto		1	2	-	-	-	apoyo en cuadrar y ubicar mixers
Transito Equipos			3	-	-	-	control de tránsito, segregación hombre-maquina
Descarga de concreto			3	-	-	-	Ingreso a carril y cuadrar los mixer
Vibrado de concreto	P1	1	-	-	2	-	este grupo P1 atiende descarga de Bomba Telescópica
	P2		-	-	2	-	atiende descarga directa de mixer
	P3		-	-	2	-	atiende descarga directa de mixer
	PR		-	-	2	-	grupo de relevo a los otros, de forma rotativa
Regleado y acabado concreto	C1	1	-	4	2	-	C1 cubre frente de bomba telescópica
	C2		-	4	2	-	C2 cubre el frente que va dejando los 3 mixer.
Colocación y traslado de Tablones		1	-	1	1	2	personal ingresa en 2da etapa, encargado de colocar tablones para uso de regleros y acabados.

Armado de microclima	-	2	2	2	personal ingresa colocar microclima conforme se termina sellado de superficie de concreto.
----------------------	---	---	---	---	--

Fuente: Cosapi S.A.

Asimismo, se debe tener en cuenta algunas consideraciones importantes:

- Habilitar material para curado del concreto, para las primeras 24 horas, y luego para los 7 días.
- Protección del acero para que la salpicadura de concreto no lo contamine (h=1.00m).
- Verificar operatividad de vibradoras.
- Instalación de burritos (soporte de acero para tablonas) para uso en el acabado (frotachado) del concreto.
- Instalación de soporteria para colocar luminarias para trabajo nocturno.
- Preparar cuadrillas de obreros para el día del vaciado tanto para la colocación de concreto, como para el acabado.
- Teniendo en cuenta las consideraciones de clima y disponibilidad de equipos, se dispuso que el vaciado se realice en el horario de 7am a 12:00hrs, la fecha de vaciado se programó para el Lu 14.01.19.
- Realización de prueba en vacío de ser necesario y disponibilidad de recursos.

En el caso específico del Proyecto Mina justa se realizaron pruebas en vacío para los vaciados masivos, a fin de detectar posibles interferencia o falencias no evaluadas, lo cual ayudo en garantizar tener un vaciado de concreto productivo sin contratiempos.

Para asegurar que todo esté debidamente controlado el día del vaciado, se programó una prueba en vacío 01 (uno) día antes de la fecha programada de vaciado, con la participación de la bomba telescópica y 3 mixer diferentes (Unicon disponía de 2 tipos de unidades, de 10m³ y 8m³, con diferentes alturas en la salida de la tolva de descarga).

Figura N° 44: Prueba en vacío, alcance de bomba telescópica, descarga chute mixers.



Fuente: Cosapi S.A.

Una vez corregido las observaciones encontradas en la prueba “en vacío” se procedió a reforzar la limpieza de la superficie en donde se iba a colocar el concreto, dejándolo libre de polvo y partículas contaminantes. Luego de lo cual se aplicó agua para que este humedecido para el día siguiente. Quedando todo listo para iniciar vaciado de concreto.

Figura N° 45: Trabajos previos a la colocación de concreto



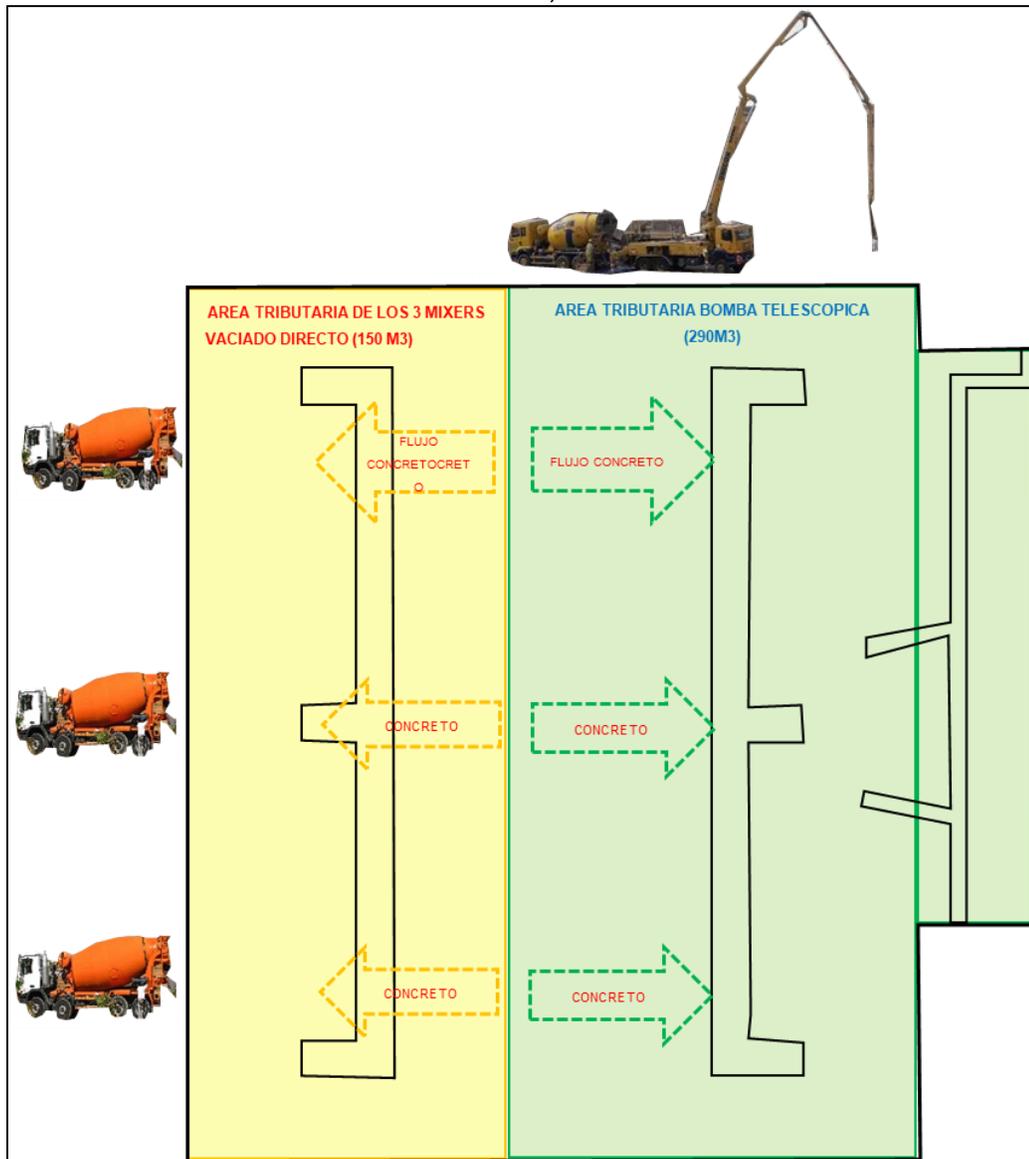
Fuente: Cosapi S.A.

El vaciado de la zapata de la Tolva 2141, es el 1er vaciado masivo que se tuvo en todo el Proyecto (incluido las áreas ejecutadas por las otras contratistas participes del proyecto integral), por lo que se tuvo que planificar al detalle todos los pormenores previstos en función de la experiencia de la contrata y las condiciones propias de la zona.

Datos de vaciado:

VOLUMEN PROGRAMADO (m3)	CONCRETO Mpa	SLUMP +/- 1"	AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA	FRECUENCIA (minutos)	CICLO VACIADO (minutos)	MIXER REQUERIDOS (UND)
450	30	4"	2%		5	45	10

Figura N° 46: esquema de distribución del 1er vaciado masivo (zapata de tolva 2141)



Fuente: Cosapi S.A.

El inicio de vaciado de concreto se programó para las 06:00hrs, por lo que el ingreso de todo el personal involucrado en la actividad fue a las 05:00hrs, lo que involucro que se debió coordinar con anticipación su alimentación y traslado, de aquí la importancia de la reunión de coordinación días antes que se tuvo para ultimar todos estos y otros detalles.

Figura N° 47: Disposición de Vaciado de concreto en zapata Tolva 2141



Fuente: Cosapi S.A.

La jornada inicia con la charla de 5min, en la cual se da las recomendaciones del trabajo del día, se da lectura a la disposición de personal y cada jefe de grupo se debe asegurar antes de salir a su frente de trabajo, que su personal cuente con sus herramientas y EPP adecuado a la tarea a realizar, para finalizar la reunión se dan palabras motivacionales lideradas por el jefe de área.

Figura N° 48: Reuniones del equipo trabajo



Fuente: Cosapi S.A.

El proceso de vaciado en la línea de tiempo se presentó de la siguiente forma: Hora 1: los mixers llegaron con una frecuencia de 12min, pasando primero por la carpa de muestreo de concreto fresco (slump, temperatura, contenido de aire incorporado), en este punto el muestreo de los primeros carros es clave , para regular que los mixer lleguen con un slump de 5" (tope superior del margen permitido según diseño) y con una temperatura en el tope del valor mínimo del rango permitido según diseño; esto con la finalidad de lograr: mayor fluidez del concreto para que se distribuya en la estructura y segundo para contrarrestar la temperatura elevada del medio ambiente y no se produzca "juntas frías".

Figura N° 49: Secuencia del muestreo de concreto fresco



Fuente: Cosapi S.A.

Ingresando el 1er mixer a la bomba telescópica, los subsiguientes 3 al frontis de vaciado directo, en esta 1ra hora se obtuvo una ratio de 80m³/hr. La altura de la

zapata es de 1.25m, por lo que la colocación del concreto se realiza en 3 capas de 0.40m, 0.40m y 0.45m.

El jefe de grupo verifica el correcto vibrado del concreto en su respectiva área de influencia, según descarga de cada mixer, estas buenas prácticas son: colocar el cabezal de forma vertical por un periodo de 5 a 10 seg. no dejar que el cabezal permanezca más tiempo en el concreto generando superficie liquida, el espaciamiento entre puntada y puntada debe ser entre los 40cm a 50cm, la profundidad de ingreso del cabezal debe ser en la 1ra capa de 0.35m y en las subsiguientes capas debe ingresar adicionalmente 0.15m en la capa anterior.

Hora 2: el ratio mejoro a 105 m³/hr, esto debido a que ya los 10 mixer entraron en circulación con carga y porque se tuvo atención de las 2 plantas de concreto, y la descarga rápida del concreto vaciado de forma directa, con 3 mixer en paralelo, lo que obligo a reforzar este frente de 2 cuadrillas de vibradores con la de reten en este horario por cada cierto periodo.

Figura N° 50: Colocación de concreto, descarga y vibrado del concreto



Fuente: Cosapi S.A.

Hora 3: se tuvo el ratio de 100 m³/hr, siendo que el ratio de producción es mayor en la descarga directa de los 3 mixer, en su área tributaria de vaciado, ya se estaba completando la 2da capa de 0.40m, con lo que se dificultaba cada vez más el esparcido de concreto, se tuvo que reforzar la cuadrilla de albañiles de este frente con más personal, se usó la cuadrilla de “colocación y traslado de tablonés” para que apoye con el esparcido de concreto con la lampa (considerando que el chute de madera de llegada es estático).

Hora 4: en este horario se estaba ya colocando la 3ra y última capa de 0.45m en el área tributaria del vaciado directo con los 3 mixer, por lo que la ratio de producción bajo a 80m³/hr, es aquí donde la cuadrilla de acabados empieza con el regleado y frotachado, antes de eso está apoyando en la distribución de concreto con la lampa y trasladando las tricapas para tránsito de personal.

Al final de esta hora se terminó la colocación de concreto directo de esta área, pues los chutes estáticos ya no era productivo seguir vaciando por este medio; conforme se va avanzando con el acabado de la losa, personal de armado de microclima, viene cerrando la cobertura superior con lona de plástico para evitar incidencia de los rayos de sol en superficie terminada y acelere exudación, lo que puede generar fisuras superficiales; asimismo otro personal en la superficie terminada viene aplicando el antisol mediante un pulverizador en mochila, para esta estructura en su totalidad se usaron 65 litros del producto químico Antisol.

Figura N° 51: Colocación de concreto en zapata de Tolva 2141



Fuente: Cosapi S.A.

Queda pendiente el área tributaria que le corresponde el llenado con la Bomba telescópica, se encuentra completado la 2da capa de 0.40m en su totalidad, e iniciando la 3ra capa de 0.45m, con solo la bomba telescópica colocando concreto la ratio de vaciado está en 45m³/hr.

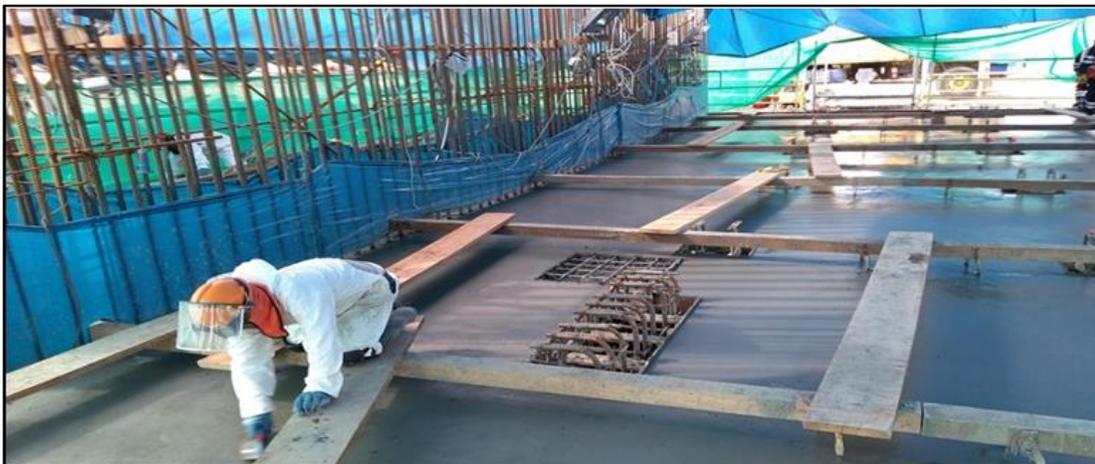
Hora 5: en esta ultima hora programada el ratio de colocación de concreto era de 40m³/hr en el entendido de que ya quedaba menos superficie y está la dificultad de la concentración de acero vertical de los muros M2 y M3, estando por finalizar la

colocación de concreto faltando 20m³, la bomba telescópica sufre un desperfecto en el sistema hidráulico, por lo que se paraliza el vaciado temporalmente, mientras el personal técnico evalúa las condiciones del desperfecto y tiempo posible de solución, en espera se tenía 2 mixers.

Se identificó la hora de llegada de los mixeres en espera y ver tiempo disponible para descargarlo antes de que pase su periodo de durabilidad del concreto bombeable (teníamos en el caso más desfavorable una disponibilidad de 1:30hrs), se dispuso que cada 15 minutos se refresque el concreto colocado realizando un vibrado superficial de 3seg. En toda la superficie expuesta de concreto fresco de la 2da capa (penúltima). Asimismo, apenas se presentó el desperfecto, se dio la instrucción de parar el abastecimiento de concreto a la Planta de Unicon.

Los técnicos de mantenimiento mecánico, indicaron que reparar el equipo les iba a tomar de 30 a 40min, lo que nos daba margen dentro de la vida útil del concreto (Vutil concreto= 2hrs según proveedor de concreto Unicon) , es decir los 2 mixer en espera estaban en condiciones de poder verter concreto, como medida técnica para mantener el concreto en la tolva de los mixer y en coordinación con los técnicos de Unicon, se dispuso que cada 15 minutos den rotación lenta a los tambores para mantener uniformidad de concreto.

Figura N° 52: Reglado y frotachado del concreto fresco, para acabado zapata Tolva 2141

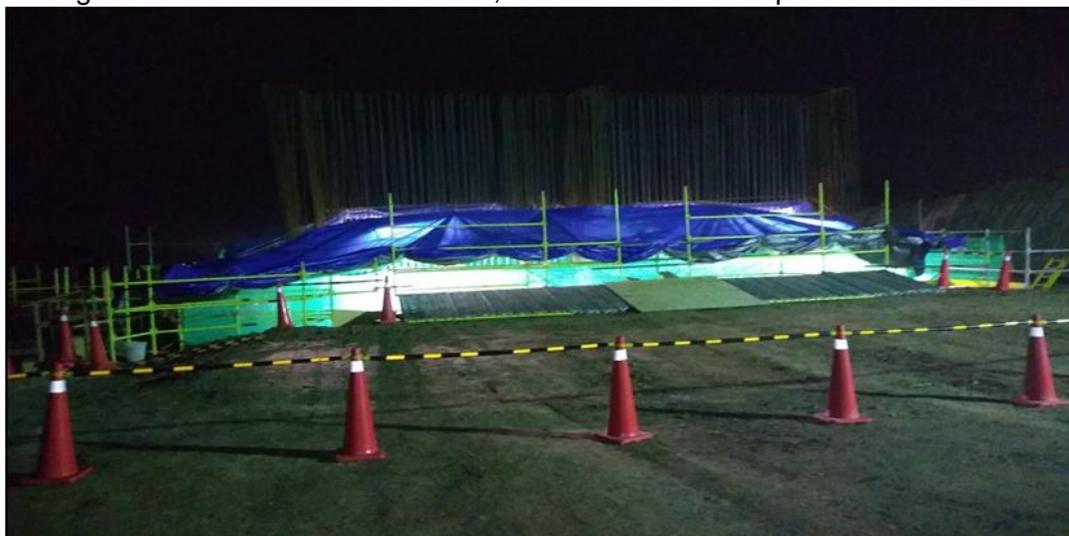


Fuente: Cosapi S.A.

Hora 6: Solucionado el desperfecto de la bomba telescópica, se reinició la colocación del concreto, se tuvo especial cuidado que antes de verter el concreto se dé una refrescada al concreto ya colocado, introduciendo el vibrador superficialmente (0.15m) por un periodo no mayor de 3 seg, con la finalidad de refrescarlo y pueda recepcionar la última capa. Luego ya en el proceso de colocado de la última capa en sí, se controló de que el vibrado de esta capa sea introduciendo el cabezal del vibrador en la capa anterior una profundidad de 0.15m para que se tenga una adecuada traslape de concreto. Cabe mencionar que conforme se avanzaba con las superficies de concreto terminado de llenar, se daba el regleado y frotachado por los albañiles de acabados y se aplicaba el curado del concreto aplicando el aditivo antisol.

Posterior a ellos ingresaban inmediatamente el personal para avanzar con el colocado del microclima, sobre todo de la cobertura superior, dejando para el final de jornada del día las caras laterales (permitiendo el flujo de aire interior, bajo sombra) para que el sol no incida directamente sobre la superficie aún en proceso de fraguado y evitar fisuras superficiales. Terminado todo trabajo de acabado superficial del concreto, aplicado el curador y retirado todo material provisional colocado como tablonés, reglas etc. Se procede a cerrar toda la cobertura del microclima. Siendo las 18:00hrs se enciende las luminarias en interior de microclima para mantener temperatura en la noche.

Figura N° 53: Microclima nocturno, durante 3 días de zapata de Tolva 2141



Fuente: Cosapi S.A.

5.2.1.1.1.6. POSTVACIADO DE CONCRETO

El día 1 del post vaciado, se coloca de manera uniforme en toda la superficie de concreto telas de “yute” sobre el cual se riega agua, con la finalidad de mantener humedecida la superficie, este se mantiene humedecido por un periodo de 7 días. Una buena práctica para mantener la superficie humedecida y con una capa mínima de agua superficial, es colocar “arroceras” en todo el perímetro exterior.

También se tiene personal programado para abrir la cobertura lateral para que tener un flujo de aire en el interior de la carpa, de 10:00hrs a 16:00hrs en que el sol de la zona es fuerte. ($T^{\circ} > 25^{\circ}$). Asimismo, el personal de QC (calidad) inicia el control de temperatura en las termocuplas colocadas en la estructura vaciada.

Figura N°54: Curado del concreto con yute y agua por 7 días en zapata de Tolva 2141



Fuente: Cosapi S.A.

Día 2, se inicia el desencofrado de las caras laterales de la zapata; en el proceso de desencofrado conforme se va retirando los paneles, un personal viene atrás aplicando el curado con aditivo antisol, sellando toda superficie expuesta. Se mantiene el curado con agua de la superficie de concreto el control de temperatura de las termocuplas.

Figura N°55: desencofrado y curado de zapata



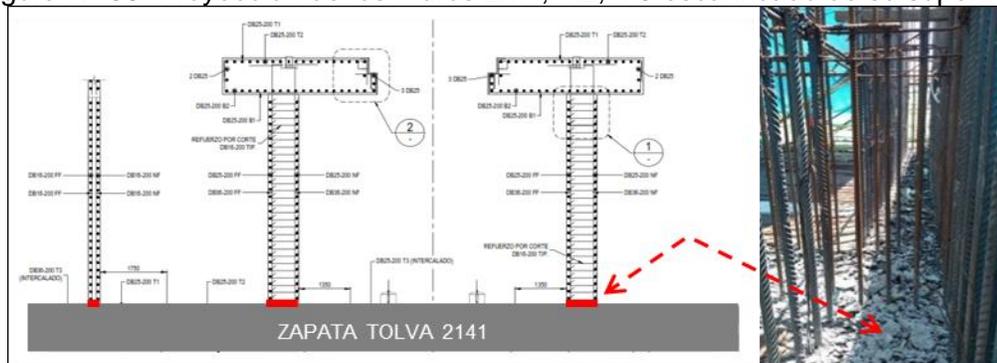
Fuente: Cosapi S.A.

Día 3, se realiza la limpieza de toda la parte externa perimétrica de la zapata, se continua con el curado de agua en la superficie de concreto y el control de temperatura en las termocuplas.

Día 4, se debe tener realizado la 1ra rotura de probeta a las 72hrs, si esta es mayor o igual a 70% de la resistencia de diseño, se inicia el relleno estructural del perímetro exterior de la zapata.

Se retira el microclima colocado y se dispone que nuestra área de topografía realice el trazo de los muros 2M1, 1M2, 1M3 para lo cual con un sobrecancho de 0.10m alrededor del trazo de muros se aísla con “diablo” (mezcla de cemento – yeso) aislándolo del agua, luego de esto, se inicia el escarificado de la superficie de concreto en la proyección de los muros.

Figura N° 56: Proyección de los Muros 2M1, M2, M3 escarificado de su superficie.



Fuente: Cosapi S.A.

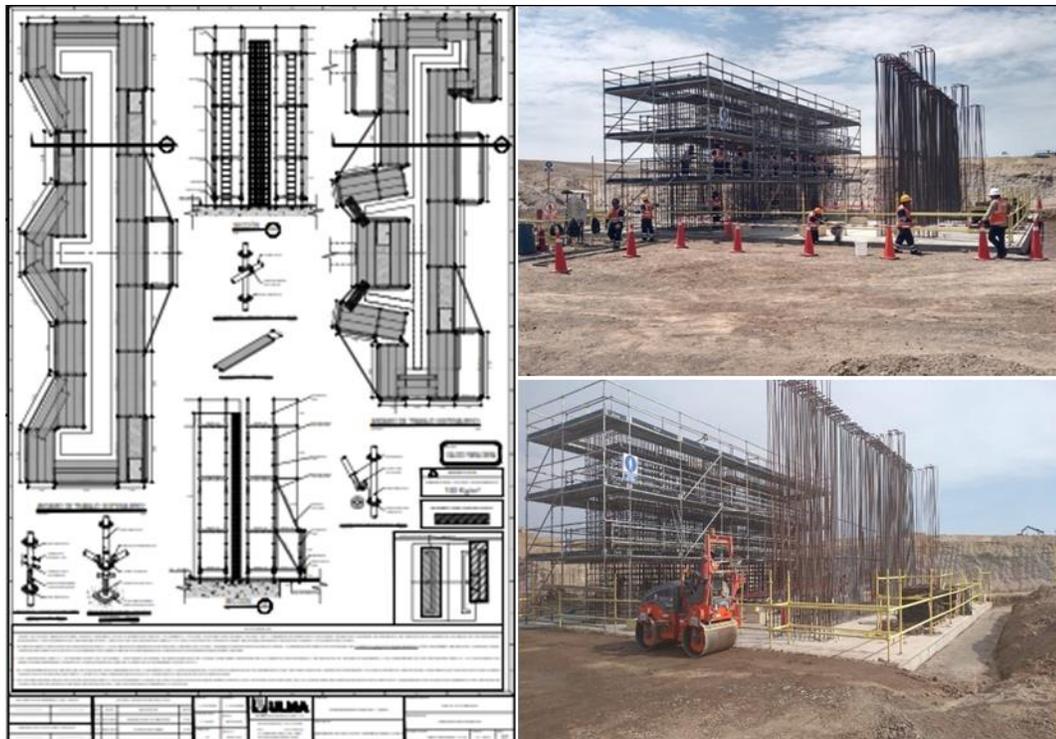
El curado con yute humedecido es continuo por los 7 días. Conforme se va terminando el escarificado de la proyección de los muros 2M1, M2 y M3 se procede a armar los cuerpos de andamio en el perímetro de estas para continuar la colocación de acero en muros.

5.2.1.1.2. MUROS Y LOSA SUPERIOR DE TOLVA 2141

5.2.1.1.2.1. COLOCACIÓN DE ACERO

Previo a la colocación de aceros se debe armar el sistema de andamios. Para la modulación de armado de andamios se tiene el servicio de ULMA que es el proveedor de andamios y encofrado, en ese sentido con una anticipación de 15 días se le envió los planos de arquitectura de los muros de la estructura de la Tolva 2141, con dicha información el área técnica del proveedor, nos alcanza los planos de modulación de armado de andamios y encofrados. Terminado de armar el andamio para el 1er muro M1, se inicia los trabajos de colocación de acero en muro, en esta actividad se usa una cuadrilla de 12 fierreros que tienen un ratio de 0.045hh/kg en este frente.

Figura N° 57: Colocación del Andamios (modulado ULMA) para colocación de acero en muros



Fuente: Cosapi S.A.

El proceso consiste:

- Demarcar en 3 líneas verticales que servirán como guías (extremos y centro de luz de muro) el espaciamiento de los aceros horizontales, en ambas caras.
- Se prepara las plantillas horizontales (para 3 posiciones: inferior, medio, superior), luego colocadas y fijadas con alambre a las 3 guías verticales.
- El acero es subido vía pasamanos ingresándolo por un costado lateral del muro, teniendo ya fijadas las 3 guías horizontales, se sube el resto del acero horizontal para su colocación en totalidad fijados a los aceros verticales.
- Terminado este proceso, se inicia la colocación del acero de refuerzo por corte, que son de sección en “C” que va a lo largo y ancho de todo el muro.

Terminado la colocación de acero del muro M1 (lado Este), se realiza una limpieza general del acero con escobilla, verificando que el acero no tenga escoriaciones de óxido, asimismo se realiza la limpieza de la superficie rugosa del concreto y se aplica sopleteo con aire a presión, mediante el uso de una compresora, para retirar todo material grueso y fino de la superficie de concreto en donde se proyecta el muro, para poder iniciar la colocación del encofrado. Este proceso se repite hasta completar todos los muros.

5.2.1.1.2.2. ENCOFRADO DE MUROS

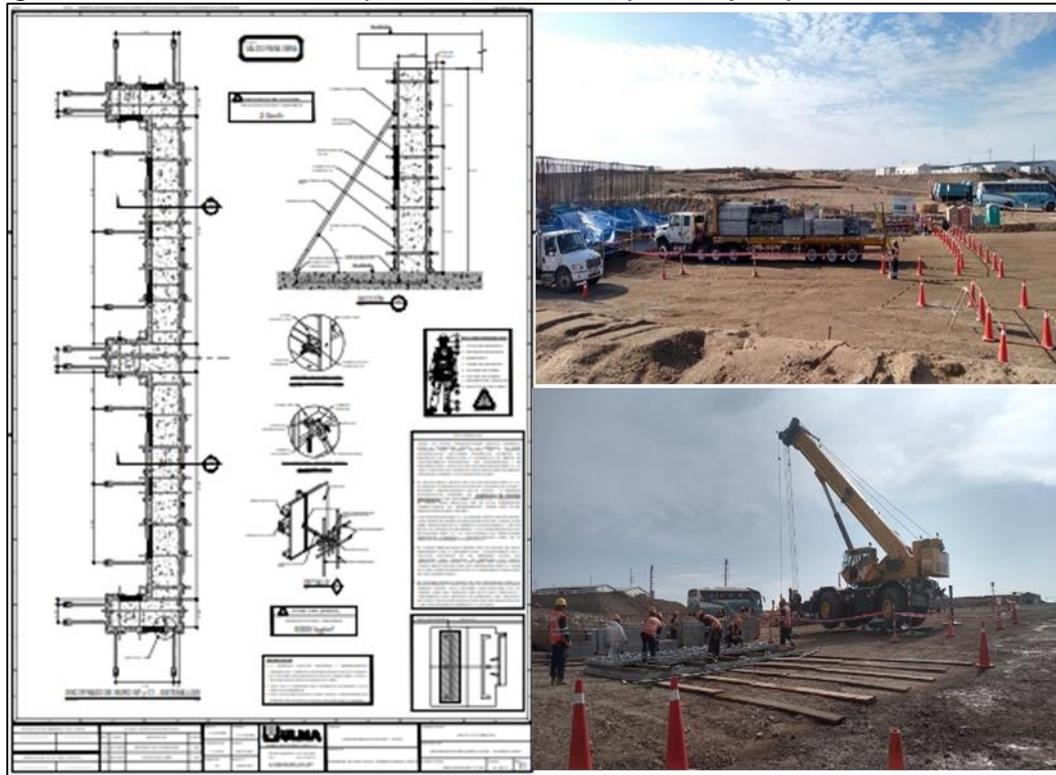
La actividad de encofrado de los muros, se planifico ejecutarlo de forma modular, ósea habilitar paneles modulares en un a área adyacente a la estructura en servicio para luego ser izado a su posición final.

El proceso de encofrado de los muros por el sistema modular es como se indica:

- ✓ Se envía con anticipación planos del proyecto a proveedor de encofrados ULMA, para que habilite plano de modulación de su encofrado, el cual debe estar validado por su área técnica.
- ✓ El encofrado y andamios debe llegar a pie de obra, de preferencia a la estructura de servicio.
- ✓ Se evalúa un área adecuada cercana, dimensiones mínimas, y horizontalidad topográfica, en donde se proyecta preparar los paneles modulares.

- ✓ Sobre esta área se colocan listones y/o tablonces para apoyar los paneles de forma individual e ir armando los modulares.
- ✓ Estos paneles modulares en su conjunto deben de respetar, el plano de modulación alcanzado por el proveedor del encofrado, en este caso ULMA.
- ✓ La cantidad y dimensión de cada panel modulado va en función de la geometría del muro, características del viento en la zona, características de equipo de izaje disponible.
- ✓ Para esta actividad de habilitado, se tiene una cuadrilla de carpinteros bajo la supervisión de 01 jefe de grupo, que debe asegurar la correcta colocación de los elementos componentes del encofrado (grapapas, alineadores, rigidizadores).

Figura N° 58: habilitación de paneles modulares, para izaje a posición final en muro.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Una vez terminado la colocación de acero en muro (incluye liberación por el área de calidad de la contratista y la supervisión por parte del cliente), a la par se debe de terminar la habilitación de la modulación de los paneles para izaje.
- ✓ Se inicia el encofrado modular con apoyo de una grúa telescópica, para esta actividad la cuadrilla debe estar conformado: 02 obreros venteros; 02 vigías que controlan cerramiento de área de influencia del izaje; 06 carpinteros de los cuales 02 parte superior de andamio, 02 parte intermedia, 02 parte inferior de muro; 02 rigger de los cuales 01 en la parte superior de andamio, 01 en la parte baja a nivel de piso.

Figura N° 59: Encofrado de muros con paneles modulados e izados con grúa telescópica



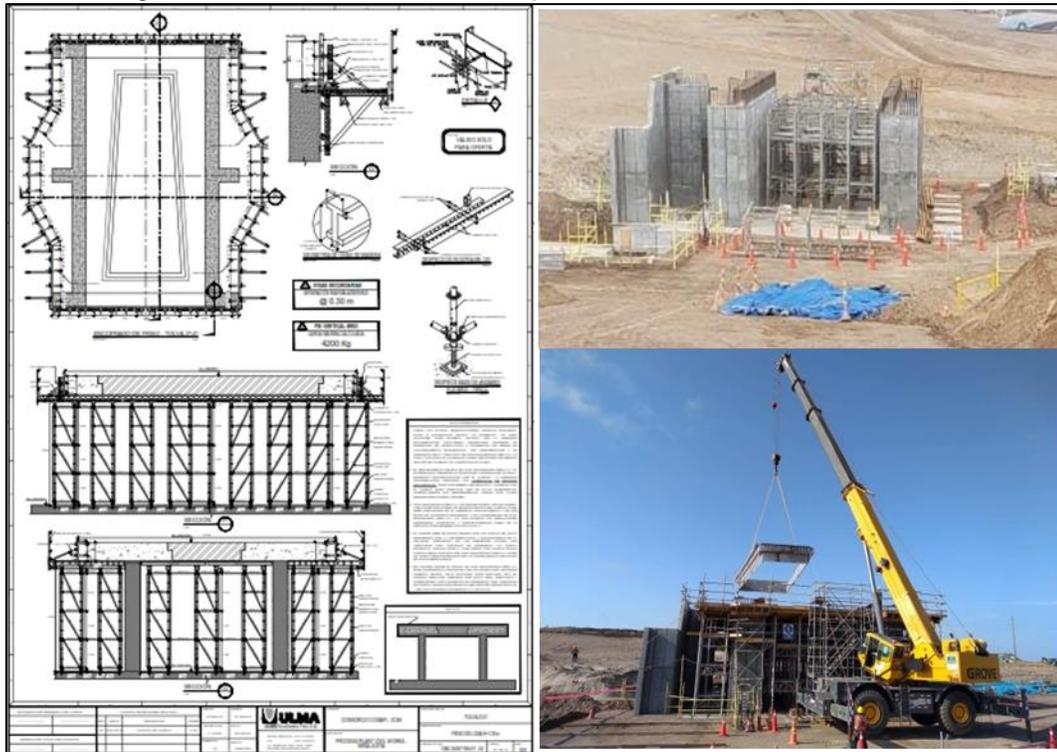
Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Una vez terminado de presentar el encofrado asegurado temporalmente, y retirado la grúa del área, ingresa la cuadrilla completa de carpinteros (12 obreros) y termina el encofrado, asegurando verticalidad, alineamiento y fijación al piso, dejándolo listo para colocación de concreto.

5.2.1.1.2.3. ENCOFRADO DE LOSA SUPERIOR

Esta actividad inicia una vez se ha terminado de retirar encofrado de muros, curado de concreto, solaqueo y emporre de muro para uniformizar terminado; retiro de andamios. El proceso de ejecución de la losa elevada es el siguiente:

Figura N° 60: Plano modulación para encofrado de Losa elevada.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Al igual que los elementos anteriores, se debe tener un plano de Modulación de encofrado de Losa Elevada suministrado por el proveedor Ulma (solicitado oportunamente por el responsable de las obras civiles).
- ✓ Se inicia el encofrado colocando los verticales BRIO Ulma, respetando alineamiento y cuadrícula por cada arriostre, hasta cubrir el área proyectada de losa y la altura requerida, en la parte superior de toda la estructura de andamios armado se coloca el “cabezal” que viene a ser el porta viga Flex de Ulma (en ambos sentidos).
- ✓ A la par que se está armando la estructura soporte de la Losa se habilita 2 accesos de andamios Ulma (entrada y salida a desnivel), de igual forma se habilita las pasarelas en voladizo para tránsito perimétrico de personal

- ✓ Sobre estas vigas se coloca los paneles fenólicos de Ulma, hasta cubrir toda el área proyectada de la Losa Elevada.
- ✓ Luego de colocado la paneleria, ingresa el área topografía, para trazado proyección de Losa, proyección de insertos que van embebidos en concreto.
- ✓ El acero se inicia a colocar, dependiendo del inserto que lleva embebido, hay algunos insertos que deben colocarse antes del acero.
- ✓ El traslado de acero y embebidos es con uso de una grúa telescópica.
- ✓ Terminado de colocar el acero y embebidos, se inicia el encofrado perimétrico (el proceso es algo similar al que se usó en la zapata).
- ✓ Terminado la colocación del encofrado, la colocación del acero y los insertos metálicos embebidos, se procede a la liberación de topografía de los insertos y encofrado. Liberado por topografía se procede a la liberación de calidad por parte del contratista y de la supervisión del cliente.

Figura N° 61: Estructura terminada de la Tolva 2141 como obra civil.

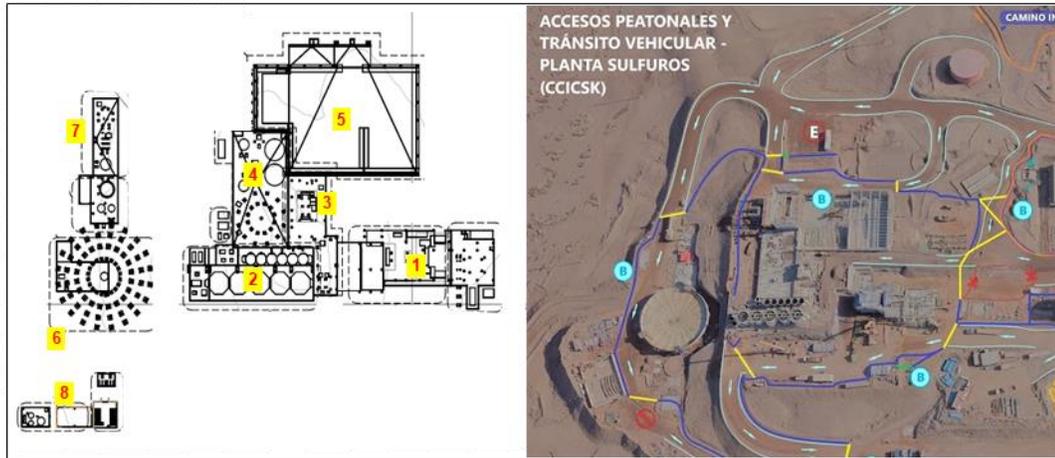


Fuente: Cosapi S.A.

5.2.2.SUBFRENTE 2: CONCENTRADORA

Este sub frente 2, se inició con la construcción de la estructura Molienda (molino Bolas, ver anexo 2), las estructuras comprendidas dentro de este sub frente, comprenden el área húmeda dentro del proceso de obtención del concentrado final del mineral.

Figura N° 62: Estructuras comprendidas dentro del sub frente 2



Fuente: Cosapi S.A.

Las estructuras de concreto ejecutadas en este sub frente 2 son:

Tabla N°26: Enumeración de estructuras ejecutadas en subfrente 2.

ITEM	ESTRUCTURA
1	Molienda
2	Flotación
3	Remolienda
4	Espesador de Concentrado
5	Almacén de Concentrado
6	Espesador de Relaves
7	Reactivos
8	Recolector – Almacén

Fuente: Cosapi S.A.

5.2.2.1. SECUENCIA CONSTRUCTIVA DE MOLIENDA

Es la estructura principal dentro del proceso de obtención del concentrado, como obra de concreto es la de mayor volumen y complejidad, si bien es cierto sigue el mismo patrón de la secuencia constructiva de la Tolva 2141 detallada en páginas anteriores,

con la salvedad que por el mayor volumen en la zapata se tomaron consideraciones especiales para el vaciado, así como sus muros por la cantidad de elementos embebidos de gran precisión tiene un proceso de bastante complejidad y detalle.

Figura N° 63: Vista isométrica del Molino



Fuente: Cosapi S.A.

5.2.2.1.1. ZAPATA DE MOLIENDA

5.2.2.1.1.1. SUB-ZAPATA

El área donde estaba proyectado la estructura de la Molienda, fue entregado al Consorcio con una sobre excavación promedio de $h=-1.20\text{m}$; debido a que a ese nivel recién se encontró material adecuado para fundación de la zapata. A partir de ese nivel se usó CLSM (concreto de 2Mpa) hasta llegar al nivel de Fondo de zapata.

Figura N° 64: relleno de subzapata de mejoramiento área proyectada de Molienda.



Fuente: Cosapi S.A.

5.2.2.1.1.2. ZAPATA

- ✓ Una vez que se culminó la colocación de concreto 2Mpa (CLSM), se realizó el trazo de la proyección de la zapata y muros en el solado. En paralelo se habilitó un área adyacente para trasladar el acero dimensionado, encofrados y andamios que se van a requerir en el proceso constructivo de la zapata; teniendo presente que esta misma área va servir para el posicionamiento de los mixer y bombas telescópicas proyectadas a usar en el vaciado masivo de concreto de la zapata del Molino.

Figura N° 65: vista de zapata del Molino, colocación de concreto con 3 bombas telescópicas



Fuente: Cosapi S.A.

En el armado de acero de la zapata y muros se tuvo las siguientes consideraciones:

- ✓ El procedimiento de colocación de acero en la zapata es el mismo que se usó en las demás estructuras de zapata con volumen masivo (detallado en la Tolva 2141).
- ✓ Terminado de colocar los aceros verticales (arranques del muro), dando prioridad por lado de la zapata, para facilitar un inicio pronto del encofrado a la misma metodología usada en la zapata de la Tolva 2141; terminado el encofrado y liberado con protocolo, se da pase para la colocación de concreto.

Figura N° 67: Colocación de concreto en zapata de Molino en turno nocturno.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Elaborar un plan de ruta para el tránsito de los equipos involucrados con el vaciado, determinar recursos necesarios para operatividad de la ruta (vigías, señalizaciones, iluminación, barras luminosas, ojos de gato), etc.
- ✓ Recursos necesarios para garantizar un adecuado Microclima que garantice un concreto de calidad, que no presente fisuras post vaciado.

5.2.2.1.1.3. COLOCACIÓN DE CONCRETO

- ✓ Se dispuso que el vaciado de concreto masivo de la zapata del molino de Bolas (1000m³) se inicie a las 16:00hrs. El 1er mixer inicio descarga a las 17:00hrs.
- ✓ Se estableció 01 punto de control de calidad del concreto fresco, pero con 2 equipos de toma de muestras (02 conos de Abrams, 02 ollas Washington, 100 probetas para medición de resistencia de concreto f'c).
- ✓ Se estableció 3 puntos de vaciado con 03 bombas telescópicas (c/u cubría un área tributaria); 3 equipos de vibradores (01 operador y 01 ayudante) adicional 01 equipo de reserva.
- ✓ Se habilito en el área de vaciado 04 puntos de ingreso – salida en donde se contaba con lavaojos, estación de emergencia, bebederos.
- ✓ Se habilito una ruta de tránsito exclusivo para los mixeres mientras duro el vaciado de concreto.
- ✓ Se dispuso la ubicación de vigías y cuadradores en puntos críticos para facilitar un flujo continuo de los equipos. La ruta de los equipos se reforzo la señalización y delimito los ingresos a las bombas telescópicas con conos y “ojos de gato” para turno nocturno.

- ✓ Se dispusieron reflectores calentadores en área de vaciado de concreto (cumplen la función de iluminación y calentador).
- ✓ Se dispusieron Torres de Iluminación en el entorno de la zona de vaciado, así como en la ruta de los mixers.
- ✓ En la planta de concreto se habilito accesos y personal para alimentar con bloques de hielo a los tanques de agua (para controlar la alta temperatura reinante en la zona).
- ✓ Se trabajo con 02 plantas de concreto, 17 mixeres, 03 bombas telescópicas
- ✓ Administrativamente se tomaron las siguientes acciones:
 - Se habilitaron habitaciones ventiladas para que el personal pernocte adecuadamente hasta el inicio de actividades de vaciado y luego post vaciado.
 - Se habilito un comedor satelital dotado de hervidores de agua, café, vasos descartables; refrigerio caliente para el personal.
 - Se dispuso 01 bus, 01 couster, 01 ambulancia, 03 camionetas disponibles durante todo el vaciado.

5.2.2.1.1.4. POSTVACIADO CONCRETO

El vaciado de concreto se terminó a las 01:30hrs, se tuvo una duración de 08 ½ horas. Las actividades ejecutadas luego del vaciado fueron:

- ✓ Conforme se terminaba el frotachado de la superficie de concreto y el concreto llegaba a su inicio de fragua sin humedad superficial, se aplicó “curador de concreto”
- ✓ En paralelo se cerraba la cobertura del microclima (previamente se había habilitado la soporteria (andamios Ulma, y lonas para cobertura), este cerramiento es total cuando se terminó todo el frotachado de la superficie total de la zapata.
- ✓ En el turno diurno siguen 07:00hrs se colocó arrocera en todo el perímetro de la zapata, luego se cubrió toda la superficie con planchas aislantes a base de lana de fibra de vidrio, sobre esto se empozo la superficie con agua. Este procedimiento se mantuvo por 3 días (72 horas), con la salvedad que en el día se abría la cobertura lateral para mantener un flujo de aire.

Figura N° 68: Microclima y Curado del concreto por empozamiento post vaciado por 3 días.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ Se dispuso personal para turno nocturno, para control de microclima y medición de termocuplas colocadas en la zapata, apoyados por 01 movilidad permanente.
- ✓ Al 4to día se retiró microclima, pero se mantuvo el curado de concreto; se retiró la cubierta de fibra de vidrio y se reemplazó por tela de “Yute” el cual se mantenía húmedo hasta completar los 7 días de curado.
- ✓ El 4to día se inició también el mismo proceso que para los muros de la Tolva 2141, para iniciar los muros del Molino.

Figura N° 69: Curado de concreto con protección de mantas de lana de fibra de vidrio.



Fuente: Cosapi S.A.

5.2.2.1.2. MUROS DE MOLIENDA

- ✓ En la colocación de acero en muros, se debió tener un proceso especial, por los embebidos que arrancaban a media altura del muro (pernos, cajuelas metálicas, etc.).

Figura N° 70: Muros de Molino y servicio con montaje de equipos.



Fuente: Cosapi S.A.

- ✓ El enzunchado del acero horizontal se realizó hasta el nivel de fondo del inserto, para lo cual previamente el área de topografía marco niveles y ejes de ubicación de dichos embebidos.
- ✓ Se colocan los insertos y se van fijando temporalmente con ganchos de acero en determinados puntos, hasta completar todos los embebidos, luego de lo cual se va completando el enzunchado del acero horizontal (estribos) llegado a la altura del muro, el área de topografía debe verificar ejes y niveles de los insertos colocados.
- ✓ Sucede que por el proceso mismo se encuentra variaciones y estas se deben corregir hasta lograr posición correcta de los insertos embebidos en el muro.

- ✓ Estando ya controlado la ubicación topográfica de los insertos, recién se da pase para la colocación de los encofrados.
- ✓ El proceso de colocación de encofrado en muro, es similar a lo detallado en muro de la Tolva 2141.
- ✓ Terminado la colocación de encofrado en muro se verifica ejes y niveles de los insertos, este proceso es muy importante asegurar que esta posición es estable, es decir los insertos bien fijados y asegurado contra el encofrado para que no sufran desviación durante la colocación de concreto.
- ✓ De igual forma una vez terminado la colocación de concreto por muro (estando aun en su proceso de inicio de fragua), inmediatamente se re verifica posición de niveles, ejes y alineamiento de los insertos.

5.2.3.SUBFRENTE 3: SERVICIOS DEL CONCENTRADOR

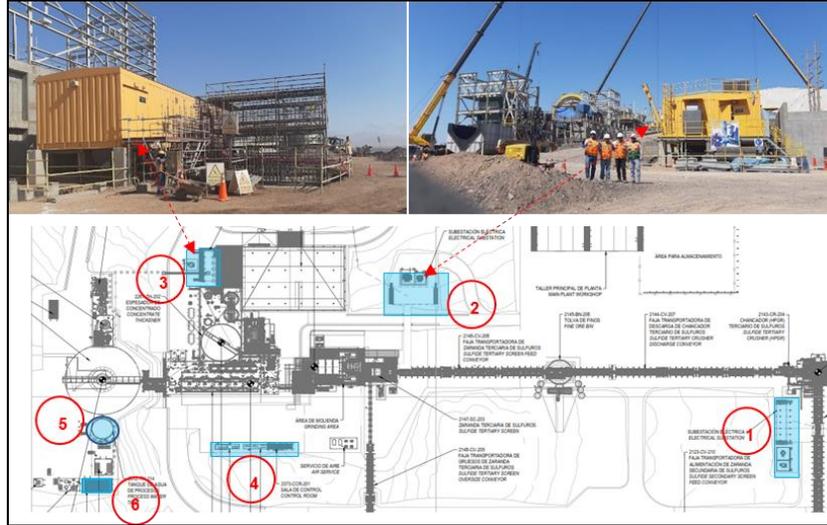
Estas estructuras que dan servicio al concentrador, se ejecutaron con los mismos recursos asignados al concentrador, no se necesitó cuadrillas independientes, se optimizo los recursos que se tenían y en los espacios libres y/o baja de carga laboral, se habilito cuadrillas mínimas por especialidad (según necesidad) para ejecutar estos trabajos.

Tabla N°27: Enumeración de estructuras ejecutadas en subfrente 3.

SERVICIOS DEL CONCENTRADOR	
N°	ESTRUCTURA
1	Sala Electrica 2372-SS-202
2	Sub Estación 2373-SS-203
3	Sub Estación 2374-SS-204
4	Sala de Control 2373-CCR-201
5	Servicios de agua TK 2312-TK-214
6	Servicios de Aire

Fuente: Cosapi S.A.

Figura N° 71: Estructuras de servicios del Concentrador

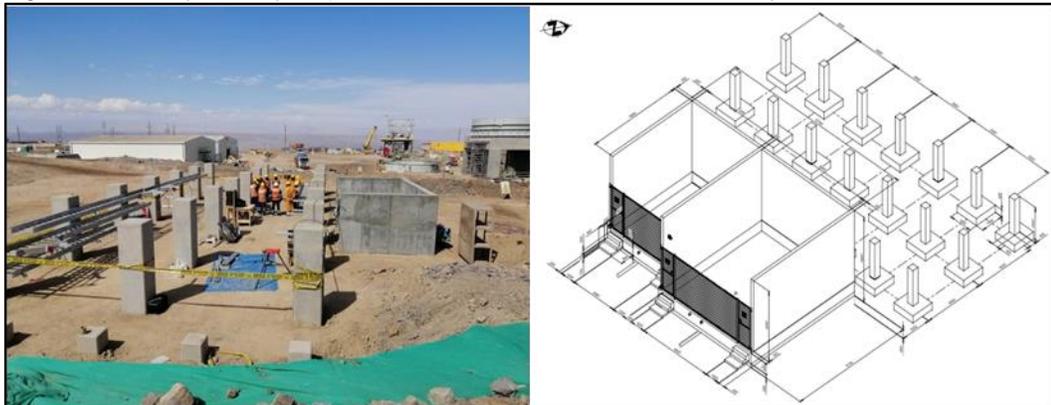


Fuente: Cosapi S.A.

5.2.3.1. SALA ELÉCTRICA – SUB ESTACIÓN

En el área de la Planta de sulfuros se tuvieron 03 SE con sus respectivas SEE (ver anexo 3), estos incluyen la construcción de manholes y banco de ductos de salida de la sala Eléctrica. Una buena práctica es ejecutar la excavación total de Bases de zapatas, Manholes y Banco de ductos, para que ya no ingrese equipo al área que afectaría proceso de obras de concreto.

Figura 72: SE y SEE ya ejecutados como obra de concreto y movimiento de tierra.



Fuente: Cosapi S.A

5.2.3.2. SERVICIOS DE AGUA Y DE AIRE

Las estructuras de concreto fueron entregadas por el área civil oportunamente de forma que la disciplina de Montaje de Estructuras Metálicas pueda tener un tren de producción en el área de trabajo, optimizando sus recursos.

Figura 73: Cimentación de concreto de Servicios de Aire y anillo de Concreto para Tanque.



Fuente: Cosapi S.A.

CAPÍTULO VI. RESUMEN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la Planta de sulfuros del proyecto Mina Justa, se subdividió en 3 sub frentes de trabajo (sub frente 1: Chancado y Manejo de Sulfuros, sub frente 2: Concentrador, sub frente 3: Servicios de Concentrador), para lograr un mejor control del proceso constructivo la ejecución de los trabajos, obteniendo como resultado la optimización de los procesos constructivos que conllevaron a tener un margen positivo al final del proyecto.

- Los sub frentes 1 y 2 se asignó cuadrillas independientes de herrería, carpintería, por la magnitud y cantidad de estructuras ubicados en sus áreas; operativamente abrió frentes de vaciado de concreto continuo; los talleres de fierro y carpintería solo se tuvo uno (1) por cada disciplina, que abastecía a todos los sub frentes, con esto se optimizo el trabajo productivo de cada taller alcanzando ratios de producción altos. Las cuadrillas de concreto, movimiento de tierra, andamio fueron sinergiados en los 3 sub frentes.
- El sub frente 3, de menor cantidad de estructuras y de menor volumen fue ejecutado haciendo sinergia de los recursos asignados a los 2 sub frentes mayores. Con esto se logró optimizar el trabajo productivo de las diferentes cuadrillas.
- Se tuvo bastante cuidado en el proceso de excavación de llegar a la cota nivel de fondo de solado, en la cual se identificaba la característica del suelo (roca firme, roca fracturada, suelo común o suelo inadecuado), en este nivel se inspeccionaba el área excavada con presencia del área de calidad y construcción de ambas partes (contratista y supervisión) para definir si se requería una sobre excavación o mejoramiento de suelo de ser el caso; este proceso constructivo permitió a la empresa no generar sobre costos por sobre excavación, pues al involucrar al cliente y definir el proceso a seguir este costo de excavación fue reconocido por el cliente.
- Se instruyó al personal de movimiento de tierra que las excavaciones debía usar a lo mucho una excavadora c/cucharon, con lo que se aseguraba que solo podía excavar roca fracturada, si llegaba a una superficie en que el cucharón ya no podía excavar, se limpiaba dicha superficie y se involucraba a la supervisión para

identificar el nuevo tipo de suelo encontrado, que por el proceso constructivo ejecutado, en su gran mayoría era suelo de roca firme, para lo cual se hace un levantamiento topográfico con su debido protocolo y a partir de allí se re iniciaba la excavación (demolición) con apoyo de la excavadora c/martillo hidráulico, el mismo que tiene otro precio unitario mayor. Este proceso constructivo permitió tener mayor trabajo productivo por ende mayor rentabilidad para la empresa.

- Para las excavaciones en material común, se realizó una sobre excavación a pie de talud de 0.50m, sobre ancho suficiente y necesario identificado para tránsito de personal, colocación de encofrado y desencofrado, este proceso constructivo permite tener un trabajo seguro, sin afectar la posición ergonómica del obrero.
- Para los vaciados masivos de las zapatas de las distintas estructuras, se planifico con la debida anticipación el proceso de vaciado considerando su ubicación, disponibilidad de equipos, volumen. Esto implicaba un Plan de vaciado; esquema de rutas de tránsito de mixer, ubicación de vigías, ubicación de torres de iluminación (para vaciados nocturnos), ubicación de Bombas telescópicas, ubicación de punto de control de calidad del concreto (contenido de aire, temperatura, slump, probetas); cuadro de distribución de personal involucrado en el proceso de vaciado (vibradores capacitados, regleros, vigías, cuadradores, microclima, electricista de mantenimiento, técnico mantenimiento de equipos, otros. Con esto se logró tener vaciados de concreto masivo sin interrupciones y de buena calidad.
- En el post vaciado se implementó Microclima cubriendo toda el área de vaciado, en la cual se implementó luminarias, calefactores para regular temperatura ambiente dentro del microclima, termocuplas para controlar y regular la variación de temperatura entere el medio ambiente y el núcleo del concreto cuyo delta no debe ser mayor a 20° C. el microclima se retira al 3er día post vaciado.
- Asimismo, para el control de temperatura y no perdida del contenido de agua del concreto en el proceso de fragua del concreto masivo, se realizó un curado de concreto con agua usando cobertores de yute, garantizando un concreto de buena calidad.

- El proyecto se ubica en una zona cálida de alta temperatura, por lo que los vaciados masivos mayores de 500m³, se optó por iniciar los vaciados de concreto por la noche (6pm) y adicionalmente se habilito una plataforma para abastecer de bloques de hielo al agua del diseño de concreto, con esto se logró que el concreto fresco llegue al punto de vaciado con la temperatura en el rango permisible de 18°C a 21°C.
- El desencofrado de la zapata se realizaba a las 24hrs post vaciado, conforme se va retirando el encofrado, atrás viene el albañil aplicando curador de concreto por rociado con aspersor de una mochila personal.
- Para el encofrado de muros de mayor envergadura, se optó por realizar un encofrado modulado, con el uso de grúas telescópicas, capitalizando los recursos que se tenía en el proyecto para la disciplina de estructuras (Mina Justa fue un proyecto multidisciplinario).
- Cuando se tiene proyectos multidisciplinarios como en este caso, un factor importante es las reuniones de coordinación in situ con las disciplinas interactuantes, para no generar interferencias que afecten la productividad de una de ellas, modificando muchas veces el proceso constructivo en dicha área de interferencia.

CONCLUSIONES

Se concluye que el éxito de un proyecto está basado en el compromiso de todas las áreas de soporte del EDP y se tiene un plan de gestión estratégica que contribuyen para un buen arranque del proyecto, como se detalla:

El equipo de avanzada incluyo personal de producción, calidad y SSOMA; que en forma coordinada se encargaron de gestionar los PETS por cada actividad, herramienta básica para poder realizar dicha actividad.

El trabajo conjunto del área de administración y producción, permitió identificar y clasificar la mano de obra local a involucrar en el proceso constructivo. Asimismo, a la cadena productiva local para la prestación de diversos servicios.

En coordinación con el área de procura y administración se aseguró la llegada de EPP, formatos de herramientas de gestión SSOMA, recursos para habilitar Estación de emergencia, batería de residuos, señalizaciones y otros, básicos para que el cliente por intermedio de su supervisión autorice realizar actividades en determinado frente.

El área de calidad asegura que los recursos que llegan al proyecto cumplan con las normas correspondientes, asegurando que no se ejecuten retrabajos.

El área de producción se encarga que se tenga instalado los talleres de fierro y carpintería, con lo que se asegura la llegada de acero y su habilitación, así como la llegada de encofrados modulares y madera para habilitar formas.

Un factor importante en el buen desarrollo de la obra es la comunicación fluida tanto vertical como horizontal de todo el equipo del proyecto, tanto en gabinete como en campo, de lo cual se menciona algunas conclusiones:

Es importante que en la reunión semanal de consolidación y exposición del 3week, participen las distintas áreas de soporte que den su aporte, ejemplo el área de ingeniería debe advertir si alguna de las actividades programadas tiene pendiente

alguna consulta o algún recurso consumible que se requiera este pendiente de llegar, o el área de administración confirme que la llegada de personal obrero, técnico o equipo que se requiera para una actividad programada este mapeado o confirmado su llegada oportuna lo que conlleva a obtener un PAC (porcentaje de actividades cumplidas) aceptable.

Si en terreno se tiene actividades multidisciplinarias que se superponen dentro de una misma área de influencia sea vertical u horizontal, es importante que la línea de mando operativa involucrados en las tareas, tenga reuniones de coordinación diaria previas (un día antes al final de jornada) para ajustar procesos y cumplir con la seguridad del personal involucrado en la tarea, en esta reunión se debe involucrar al personal SSOMA para que aporte con medidas de control preventivas a ejecutar.

El personal obrero y la línea de supervisión deben ser retroalimentados a su ingreso al proyecto en la importancia de la Seguridad que va permitir un trabajo continuo y sin daños personales y/o al medio ambiente. De tener una ocurrencia de accidente genera “perdidas” económicas e impacto negativo en la productividad, por las “paradas de seguridad” que se darían como consecuencia de un accidente.

Las obras civiles involucradas en el proceso desde su explotación hasta la obtención del mineral concentrado, son estructuras de concreto armado de gran volumen y ubicados a nivel de la superficie, de lo cual se detalla algunas conclusiones:

En el proceso de excavación se debe documentar y cuantificar el tipo de suelo que se encuentre, dado que por sus características se requerirá de algún tipo de equipo (se tiene suelo rocoso, suelo roca fracturada, suelo común) y su costo de excavación varia, así como el tratamiento del nivel de fondo de solado (fundación de la estructura).

Asimismo, el sobreancho en la excavación es necesario cuando se tiene suelo común o roca fracturado y debe ser el mínimo posible, recomendable 0.50m en el fondo y el talud según tipo de suelo, que permite trabajabilidad en la colocación de acero, encofrado y concreto.

Adyacente a la ubicación de la estructura a ejecutar, se debe ubicar un área de almacenamiento temporal de acero, encofrado, embebidos etc. Y en forma secuencial según su ubicación en la estructura, ejem: acero en zapata, su disponibilidad es acero malla inferior, burritos, acero lateral, acero malla superior, arranques de columnas y/o muros; de forma ídem los encofrados, con esto se logra eliminar los TNC (demoras por ordenar, reclasificar, retrasado, reusó de equipos etc.). en algunos casos es factible ingresar paquetes de acero con camión grúa al mismo lugar de instalación (según disponibilidad de área y recurso).

Para el encofrado de muros de grandes dimensiones, lo óptimo es realizar sistema de encofrado modular, lo cual se habilita en área adyacente a los muros y con alcance según el tipo de grúa a usar. En este proceso la señalización y delimitación del área de influencia de la grúa que iza el panel modular es importante sea cerrada, para lo cual se debe contar con vigías.

Las mayores ratios de producción se logran en la ejecución de las estructuras de mayor volumen, por lo que se debe optimizar el nro. de obreros por actividad en estas, no debe ser mayor al manpower proyectado para esta etapa del proyecto; la disminución de TNC (trabajo no contributivo) y TC (trabajo contributivo) se debe controlar al mínimo y en lo posible el uso de equipos que reemplacen la mano de obra.

Para los vaciados de concreto masivo se debe planificar reuniones de coordinación con todas las áreas involucradas en el proceso: producción, calidad, ssoma, administración, otros según magnitud e importancia del elemento a colocar concreto. Se deben tener claro: recursos necesarios, flujo de tránsito de equipos, si se requiere un concreto con tratamiento especial (en clima cálido, el uso de hielo u otro método), horario de inicio de vaciado, iluminación, microclima, etc.

RECOMENDACIONES

Se alcanzan algunas recomendaciones que el suscrito considera importante:

El EDP (equipo de dirección de proyecto) debe asegurar que la llegada de los recursos al proyecto se de forma coordinada y simultanea según su necesidad de operación (ejem. si llega una excavadora en paralelo debe llegar el operador del equipo, caso contrario se va tener improductivos de HH o HM).

En el proceso de excavación para ubicar una estructura con diferentes niveles de fundación, se debe completar la misma hasta la cota más profunda, para salir con su construcción desde el nivel más bajo hacia arriba.

Asimismo, en la excavación sobre roca para las bases de una sala eléctrica, se debe considerar la excavación de estructuras adyacentes más profundas como son manholes, banco de ductos, porque si se deja para ejecutarlo para después de concretado las bases, se va generar improductivos por cuanto no se podrá usar equipo de demolición mayor, porque ocasionaría daño al concreto ya ejecutado.

Al excavar sobre roca dura y/o fracturada, se debe tener un mayor control en los últimos 0.20m antes de llegar a la cota de fondo para no generar sobre excavación (usar equipo menor o manual según sea la característica del suelo).

Cuando se llega a la cota de fondo de cimentación en el proceso de excavación, y se encuentra “suelo contaminado” o “suelo no apto” se debe de involucrar al área de calidad tanto de la contratista y del cliente, para que se defina el proceso constructivo a continuar; y este sobre costo sea reconocido (vicio oculto).

En el proceso de obras preliminares, se debe completar la ejecución e instalación completa de los talleres de fierro y carpintería, almacén, oficinas temporales, taller de mantenimiento y otros, que aseguren una continuidad de trabajos y operatividad de equipos.

En obras de gran volumen de concreto armado, se recomienda que la cuadrilla de fierros tenga la siguiente distribución por especialidad: operarios 60%, oficiales 30%, 10% peones; en el flujo de traslado de materiales priorizar el uso de equipos (grúa, camión grúa, cama baja etc.)

Para estructuras menores y repetitivos en forma cantidad, se debe optimizar los tiempos disponibles de personal herrero y prefabricar o pre armar en un área temporal, para luego trasladarlos con equipo a su punto de ubicación.

Para el uso de encofrado modular se debe planificar la selección del proveedor, que garantice un servicio de asesoría permanente, habilitación de planos de encofrado modular por tipo de estructura, optimizar el reusó de formas de encofrado para estructuras similares en volumen y forma, en algunos casos parte de estos modulares pueden servir para estructuras menores, con lo que se logra una optimización en el número de usos de los encofrados.

En las estructuras de muros y/o columnas de gran volumen, se recomienda el uso de encofrado de paneles modulares y colocados en su posición final con apoyo de una grúa. Para lo cual se debe prever tener un área adyacente a la estructura en donde se habilitará este panel modulado.

En todos los trabajos de izaje de paneles modulares, se debe de involucrar en el proceso al personal de SSOMA para que aporte medidas de seguridad según características propias del área y estructura.

Las superficies de contacto entre concreto nuevo y antiguo (discontinuidad generada por proceso constructivo entre zapata – columna, zapata – muro, muro – losa superior, columna – losa superior etc.) debe de ser escarificada para darle rugosidad y mejor adherencia; en caso el concreto antiguo tenga un desfase de más de 28 días, se debe de usar un puente de adherencia (producto químico que debe evaluar el contratista con aprobación de la supervisión)

Los vaciados masivos mayores o igual a 800m³ y con presencia de clima cálido, se debe evaluar iniciar en turno nocturno, para controlar temperatura de concreto fresco.

Para vaciados masivos se debe de preparar un Plan de Vaciado, que contemple, ruta de tránsito, horario de inicio y fin de vaciado, señalización e iluminación de ruta, microclima para la estructura de vaciado, responsables del control, de microclima post vaciado, personal involucrado por tareas y responsabilidades, equipos necesarios

como nro. de mixers, nro. de bombas telescópicas y/o estacionarias, equipos de reten, alimentación y alojamiento para personal involucrado en la tarea, etc.

La importancia de generar una reunión “Team Building” al inicio de proyecto para generar empatía y compañerismo en el personal involucrado en sacar adelante el proyecto.

El Gerente de Proyecto debe de liderar y ponderar las reuniones del EDP y las reuniones semanales del Look Head y otros.

El gerente de Proyecto debe liderar y ponderar las actividades de SSOMA con la Seguridad del personal involucrado en el proyecto.

La línea de mando del área de Producción debe lograr un liderazgo con el personal obrero y la línea de supervisión intermedio, para que se sientan comprometidos con el éxito del proyecto.

Se recomienda tener reuniones de capacitación del personal obrero por cuadrillas, durante el tiempo de duración del proyecto, para mejorar su productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcudia, C., Solís R. y Baeza, J. (2004). Determinación de los factores que afectan la productividad de la mano de obra de la construcción. Revista académica Ingeniería, volumen 8, 145 – 154. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46780212>.
- Cosapi, diplomado de “Planificación y Control de Proyectos” de la UCC, Universidad Corporativa Cosapi, 2014.
- Cosapi, diplomado de “Administración de Contratos” de la UCC, Universidad Corporativa Cosapi, 2011.
- Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción. Recuperado de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181910>.
- Millán, E., Sánchez V. y Gómez, C. (junio, 2020). Aproximación teórico-práctica al concepto de Valor Ganado en la gestión de proyectos. *Revista CRITERIOS* (27). Recuperado de <https://doi.org/10.31948/rev.criterios/27.1-art10>.
- Organización Internacional de Normalización (2005, marzo). Recuperado de http://www.unc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/Norma_ISO_9000_2005.pdf
- Orihuela, P. (abril, 2011). Lean construction en el Perú. *Corporación Aceros Arequipa*. Recuperado de http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean_Construction_Peru.pdf.
- Pons, J. y Rubio, I. (2019). Lean Construction y la Planificación Colaborativa: Metodología del Last Planner System. Recuperado de <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- Rojas, M., Henao, M. y Valencia, M. (2016). Lean Construction- LC bajo pensamiento Lean. *Revistas Ingenierías Universidad de Medellín*, volumen 16, 115-128. Doi: 10.22395/rium.v16n30a6

Sorto, F. (junio, 2016). La importancia de la gestión de proyectos en la industria de la construcción. *Revista AKADEMOS* (26). Recuperado de <https://doi.org/10.5377/akademos.v1i26.4437>.

ANEXOS

ANEXO I	129
ANEXO II	130
ANEXO III	131

ANEXO III

