

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

“SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES EN UN PROYECTO MINERO”

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

CHRISTIAN ISAAC MONTALVO LIMACHE

ASESOR

Ing. JESUS E. VELARDE DORREGO

LIMA- PERÚ

2017

ÍNDICE

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN.....	9
OBJETIVOS	10
CAPITULO I: GENERALIDADES	11
1.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO “LAS BAMBAS”	11
1.2. PROCESO DE EXPLOTACIÓN DEL COBRE	11
1.3. OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL EN EL PROYECTO.....	13
1.4. ESPESADOR DE CONCENTRADO.....	13
CAPITULO II: SUPERVISION DE OBRAS CIVILES	14
2.1. DEFINICIÓN DE SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	14
2.2. IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES.....	14
2.3. PERFIL DEL SUPERVISOR DE OBRAS CIVILES	15
2.4. FUNCIONES PRINCIPALES DEL SUPERVISOR/INGENIERO DE CAMPO ...	15
2.5. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL INGENIERO DE CAMPO.....	17
2.5.1. Supervisión De Trabajos de Movimiento de Tierra.....	17
2.5.2. Supervisión de obras de concreto	21
2.6. OTRAS FUNCIONES DEL INGENIERO DE CAMPO	25
CAPÍTULO III: USO DEL BIM EN LA SUPERVISION DE OBRAS CIVILES	29
3.1. CONCEPTO DE BIM	29
3.2. VENTAJAS DEL BIM.....	29
3.3. EL BIM COMO HERRAMIENTA DE INTEGRACIÓN MULTIDICIPLINARIA	30
3.4. BIM EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	31
3.5. USO DEL BIM EN LA SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES	32
3.6. MODELO 3D DE ESTRUCTURAS DEL CONCENTRADOR	33
CAPITULO IV: SEGURIDAD EN OBRA.....	36
4.1. RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE CAMPO EN SEGURIDAD DE OBRA	36
4.2. PRINCIPALES ACTIVIDADES DE RIESGO EN LA OBRA.....	36
CAPITULO V: SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION DEL ESPESADOR DE CONCENTRADO	40
5.1. FUNCIÓN DEL ESPESADOR DE CONCENTRADO.....	40
5.2. DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA SUPERVISIÓN.....	40
5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPESADOR DE CONCENTRADOS.....	40
5.4. SUPERVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL ESPESADOR DE CONCENTRADOS	41

5.5. CAMBIOS REALIZADOS EN TERRENO EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL ESPESADOR	63
5.5.1. Cambió del relleno estructural por relleno masivo controlado.....	63
5.5.2. Cambio de drenaje exterior del espesador.....	64
5.5.3. Eliminación de la losa de control indicada en planos de diseño	65
5.6. CONTROL DE NO CONFORMIDADES	66
5.7. PROBLEMAS ENCONTRADOS EN TERRENO EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL ESPESADOR DE CONCENTRADOS	67
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
6.1. CONCLUSIONES:.....	70
6.2. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72
ANEXOS	73

RESUMEN

La supervisión en la obra puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto, por lo que la importancia de ésta radica en garantizar la calidad de los trabajos de construcción, aplicando procedimientos de control y herramientas técnicas adecuadas.

El presente trabajo tuvo como objetivo describir el Proceso de Supervisión de la obra civil en el proceso constructivo del espesador de concentrado en el proyecto minero “Las Bambas” 2012 – 2015, así mismo hace énfasis en las funciones del Ingeniero de Campo y la importancia de este para garantizar la buena ejecución de procesos como el vaciado de concreto y movimiento de tierra en el proceso constructivo, además de velar y supervisar por el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normativas de seguridad vigentes.

La interacción de muchas variables (factor humano, materiales, documentos de diseño) en una obra civil, genera, en forma natural, conflictos y eventuales problemas que deben ser resueltos por la supervisión.

ABSTRACT

The Project supervision can be a key factor for the success or failure of a project, so the importance of the supervision is to guarantee the quality of construction work, applying control procedures and appropriate technical tools.

The purpose of this report was to describe the Civil Construction Supervision Process in the construction process of the concentrate thickener in the mining project Las Bambas 2012-2015. It also emphasizes the functions of the Field Engineer and the importance of this to guarantee the good execution of processes like the concrete work and earth movement in the construction process, besides to watch and to supervise by the fulfillment of the technical specifications and safety regulations in force.

The interaction of many variables (human factor, materials, design documents) in a civil work, naturally generates conflicts and eventual problems that must be solved by supervision.

PRÓLOGO

El presente trabajo de Suficiencia Profesional reúne los conocimientos adquiridos como consecuencia del trabajo realizado en tres años como Ingeniero de campo en la supervisión de obras civiles en el ámbito minero, describe las funciones en el plano laboral, logros y contratiempos encontrados durante el proceso constructivo del espesador de concentrado parte del megaproyecto minero “Las Bambas”

Nos muestra también la envergadura de un proyecto minero y el cómo las obras civiles son fundamentales para la concepción de este, antes y durante la construcción y sobre todo nos recalca el valor e importancia de la supervisión en el proceso constructivo en general pues como es ya sabido y estudiado, muchos trabajos de investigación han mostrado que gran parte de los problemas en las construcciones, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como desde el punto de vista del servicio, no provienen del diseño, ni de los materiales, sino principalmente de la ejecución de la construcción.

ING. JESUS VELARDE DORREGO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Diagrama del Proceso de Explotación del Mineral	12
Figura 3.1. Vista 3D de Planta Concentradora Las Bambas superpuesta con las plataformas reales del proyecto	33
Figura 3.2. Vista de Área de Molienda de Concentrador Las Bambas	34
Figura 3.3. Vista de Fundaciones de Molinos en Planta Concentradora Las Bambas	34
Figura 3.4. Vista de Estructura del Túnel de Recuperación Planta Concentradora Las Bambas	35
Figura 3.5. Vista de Estructura de Espesador de Concentrado Planta Concentradora Las Bambas	35
Figura 5.1. Terreno entregado para inicio de los trabajos	41
Figura 5.2. Limpieza del suelo de fundación del apoyo central	42
Figura 5.3. Daños causados por la lluvia a suelo de fundación de túnel de salida	43
Figura 5.4. Trabajos para mejorar el suelo de fundación de túnel de salida	44
Figura 5.5. Vaciado completo del solado de apoyo central	45
Figura 5.6. Colocación de acero de refuerzo y encofrado para losa interior	45
Figura 5.7. Vaciado de solado de túnel de salida	46
Figura 5.8. Trabajos de apoyo central y túnel de salida simultáneamente	47
Figura 5.9. Armado de acero de refuerzo de los muros del túnel de salida	48
Figura 5.10. Vaciado de zapatas de los muros perimetrales del espesador en plataforma superior	48
Figura 5.11. Encofrado de la losa superior del apoyo central	50
Figura 5.12. Colocación del acero de refuerzo de la losa superior del apoyo central	50
Figura 5.13. Vista superior de los trabajos simultáneos en ambas plataformas	51
Figura 5.14. Armado de encofrado de detalle en losa superior de apoyo central	51
Figura 5.15. Construcción de los muros perimetrales	53

Figura 5.16. Relleno alrededor de apoyo central	53
Figura 5.17. Rellenos según especificaciones técnicas hasta alcanzar nivel requerido.	54
Figura 5.18. Terminación de los trabajos de relleno.	55
Figura 5.19. Colocación de cama de arena según se indica en planos	56
Figura 5.20. Tendido de las geomembranas sobre cama de arena.	57
Figura 5.21. Soldado de la geomembrana al muro perimetral.	57
Figura 5.22. El sistema de impermeabilización comprende varias capas de geomembrana	58
Figura 5.23. Recepción de los trabajos de impermeabilización para inicio de construcción de losa radier	59
Figura 5.24. Trabajos previos al vertido del concreto de la losa	60
Figura 5.25. Vaciado de concreto de la losa radier	61
Figura 5.26. Acabado final de obras de concreto en el espesador	62
Figura 5.27. Espesadores de concentrado en operación	62
Figura 5.28. Sketch de propuesta de cambio de material de relleno	64
Figura 5.29. Sketch de sistema de drenaje propuesto	65
Figura 5.30. Losa de control que se propone eliminar	65

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

FCD	CAMBIO DE DISEÑO EN CAMPO
FSK	BOSQUEJO DE CAMPO
MSDS	HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL
FMR	REQUISICIÓN DE MATERIAL EN CAMPO
IPERC	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS
PETS	PERMISO ESPECÍFICO DE TRABAJO SEGURO
LOTO	PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO Y ETIQUETADO
SAG	MOLINO SEMIAUTÓNOMO
NCR	REPORTE DE NO CONFORMIDAD
HDPE	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
BIM	BUILDING INFORMATION MODELING
FSK	FIELD SKETCH
RNE	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN
ASTM	AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
ACI	AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

INTRODUCCIÓN

Con el fin de puntualizar las acciones de control que un equipo de supervisión debe llevar a cabo; antes, durante y al término de un proceso constructivo ha surgido la necesidad de elaborar el presente tema de supervisión de obras civiles en un proyecto minero.

El objetivo del presente trabajo es la de guiar y orientar a la supervisión en sus funciones y responsabilidades, partiendo de las necesidades concretas y fundamentales del proyecto.

En el Capítulo I, se dan a conocer las generalidades del Proyecto minero Las Bambas, en el cual están basadas las experiencias del presente informe.

En el Capítulo II, se da a conocer definiciones de lo que es la supervisión, funciones y responsabilidades, se hace énfasis en algunas funciones específicas en el proyecto.

En el Capítulo III, se muestra y describe el BIM (Building Information Modeling), herramienta de gran utilidad en este tipo de proyectos y se destaca lo beneficioso que fue en el proyecto.

En el Capítulo IV, se muestra la importancia de la seguridad en obra y el rol fundamental que tiene el ingeniero de campo para garantizar que los trabajos se realicen de manera segura.

En el Capítulo V, a manera de aplicación de las funciones del supervisor nombradas en los capítulos anteriores, se detalla la supervisión que se realizó durante la construcción del espesador de concentrado.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Describir el Proceso de Supervisión de obras civiles en el proyecto minero “Las Bambas” 2012 - 2015

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Dar a conocer las funciones de supervisión del Ingeniero de campo en las obras de concreto y movimiento de tierras del proyecto minero “Las Bambas” 2012 – 2015, partiendo de las necesidades concretas y fundamentales del proyecto.
2. Mencionar la importancia del BIM (Building Information Modeling) como instrumento de ayuda en el proceso de supervisión del ingeniero de campo en las obras civiles del proyecto minero “Las Bambas” 2012 - 2015.
3. Describir el proceso constructivo del espesador de concentrado y detallar las funciones de supervisión desarrolladas por el ingeniero de campo antes, durante y al término de esta construcción.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO “LAS BAMBAS”

El Proyecto Las Bambas se ubica entre los distritos de Challhuahuacho, Tambobamba y Coyllurqui en la Provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac. El área es rural y relativamente remota, más del 90% de la población es quechua hablante. La organización política y económica se desarrolla casi exclusivamente a través de las comunidades campesinas, cuyos miembros dependen de la agricultura y el ganado que generan recursos económicos y de subsistencia

Las elevaciones oscilan entre 3 800 y 4 600 metros sobre el nivel del mar (msnm). La temperatura anual promedio es de aproximadamente 8 °C, la humedad es de 63% y la precipitación es de 1 219 mm.

El producto final, concentrado de cobre y concentrado de molibdeno, se obtendrá a través de la construcción de todas las instalaciones requeridas para procesar el mineral por medio de una nueva Planta Concentradora diseñada para tratar 140 000 toneladas diarias de mineral durante un período de operaciones mínimo de 18 años.

1.2. PROCESO DE EXPLOTACIÓN DEL COBRE

El proceso de exploración cuenta con las siguientes instalaciones y sus respectivas funciones.

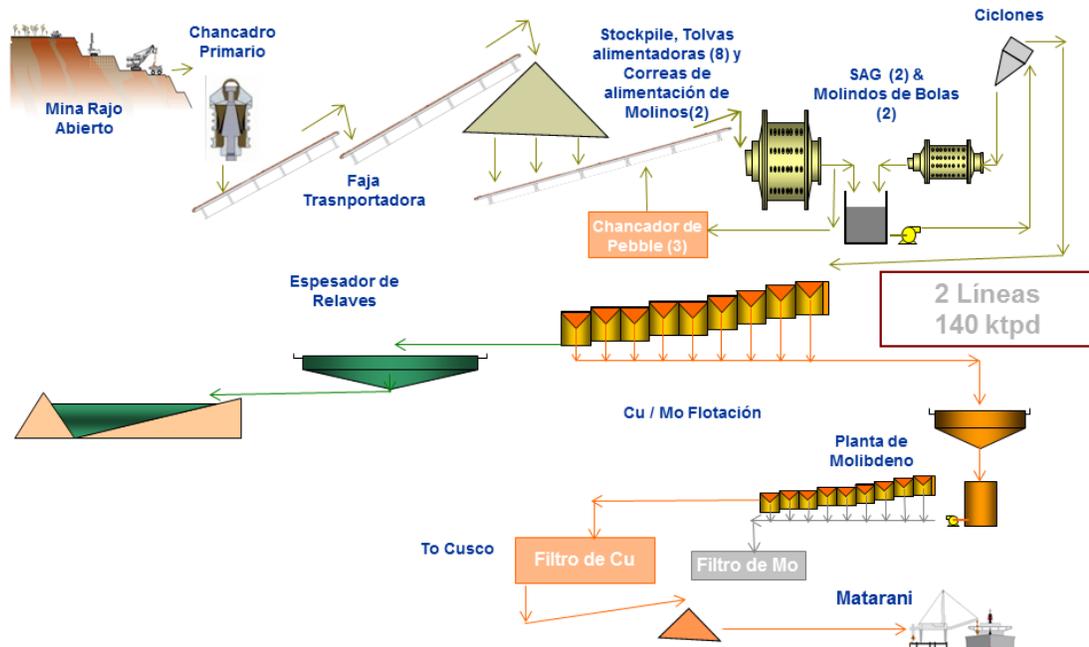


Figura 4.1. Diagrama del Proceso de Explotación del Mineral

Planta de chancado; Consiste en un edificio de concreto con instalaciones de sistema de chancado y la sala de control.

Pila de mineral grueso; La pila de mineral grueso tendrá una capacidad total de 420 000 t.

Instalaciones de molienda SAG, bolas y de trituración de pebbles; El circuito de molienda estará instalado en un edificio dividido en dos áreas principales que albergarán a los cuatro molinos. La primera de ellas aloja los molinos SAG, harnero en la descarga del SAG, faja de pebbles, cajón de bomba, las bombas de alimentación a ciclones y el SAG. La segunda aloja los dos molinos de bolas

Planta de flotación; El material (pulpa) que cumple con el tamaño deseado es conducido al circuito de flotación, Esta operación se realiza en tanques de gran tamaño que tienen un sistema de agitación mecánica en la parte inferior.

Espesamiento de concentrado; El concentrado Cu-Mo final procedente de la tercera limpieza será conducido a un espesador de 60 m de diámetro. El espesador tendrá una alimentación central. Una fracción importante del agua utilizada en el proceso es recuperada a través del rebose (overflow) del espesador que fluirá por gravedad hacia la poza de acumulación de agua para proceso. La descarga inferior del espesador consiste en una pulpa con porcentaje de sólidos de aproximadamente

60% por peso que será bombeada hacia uno de los dos tanques de almacenamiento de concentrado Cu-Mo,

Espesamiento y disposición de relaves. Previo al transporte del relave hacia el depósito, los relaves serán espesados hasta una concentración de sólidos en peso inicial del 60% en una planta que considera tres espesadores tipo High Density, para posteriormente espesar hasta un 64%.

1.3. OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL EN EL PROYECTO

El proyecto se emplaza en un área donde no existieron antes instalaciones industriales, por lo cual se desarrollaron las siguientes obras relacionadas a la Ingeniería Civil.

- ✓ Obras de acceso.
- ✓ Espesadores: relaves y concentrado.
- ✓ Obras de captación de agua para la construcción y operación, Presa y Bocatoma.
- ✓ Fundaciones de equipos; molinos, chancadora, salas eléctricas, tanques, etc.
- ✓ Fundaciones de correas transportadoras de mineral.

1.4. ESPESADOR DE CONCENTRADO

El espesador de concentrado es una estructura de concreto constituido por un tanque cilíndrico de 60 m de diámetro sobre una porción de cono invertido de poca profundidad, la función principal de este es espesar los concentrados por el procedimiento de quitarles parte del agua que contienen, es decir el trabajo de los espesadores es mantener en movimiento las pulpas de concentrado asiéndolos más densos y espesos por la eliminación de cierto porcentaje de agua.

CAPÍTULO II: SUPERVISIÓN

2.1. DEFINICIÓN DE SUPERVISIÓN

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española, supervisar es ejercer la inspección en trabajos realizados por otros. La teoría de la administración moderna (Suárez, 2001) se basa en un ciclo de cuatro funciones principales: planeación, organización, dirección y control; siendo la supervisión del trabajo una de las herramientas usadas para ejercer la dirección. Otros autores (Ferry, 2001) utilizan la palabra ejecución para nombrar a la tercera función. En el contexto de la construcción, el Manual de Supervisión del Concreto (ACI, 1995) define la actividad de supervisar como asegurar que se logren fielmente los requisitos y propósitos de los planos y las especificaciones.

2.2. IMPORTANCIA DE LA SUPERVISIÓN

La supervisión de obra puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto. Un número grande de problemas estructurales y de servicio en las construcciones no son atribuibles a deficiencias del diseño o de los materiales, sino principalmente, al mal desempeño de la supervisión. El profesional que desempeña el trabajo de supervisor de obra se enfrenta no sólo a problemas de carácter técnico, sino también a conflictos generados por la interacción humana. Además de las competencias necesarias para afrontar los problemas de carácter técnico y humano, el supervisor debe contar con un conjunto de valores y actitudes positivas para un adecuado desempeño de su labor. Para el cumplimiento de sus objetivos, la supervisión debe hacer un uso correcto de los medios de comunicación a su alcance, principalmente de la bitácora de obra.

En los casos de obras públicas o cuando el propietario lo estime conveniente, se designará un supervisor de obra, cuya función es la de verificar que la obra se ejecute conforme a los proyectos aprobados, se sigan procesos constructivos acordes con la naturaleza de la obra, y se cumpla con los plazos y costos previstos en el contrato de obra. (RNE Art 38)

El supervisor de obra será un profesional especializado en la materia que va a supervisar, y podrá ser uno de los profesionales responsables del proyecto. (RNE Art 39).

2.3. PERFIL DEL SUPERVISOR

Conforme a las condiciones operativas vigentes para la industria de la construcción, el supervisor debe ser un profesionista en cualquiera de las carreras relacionadas con la construcción, con capacidad suficiente para vigilar el cumplimiento de los compromisos contractuales y controlar el desarrollo de los trabajos, en atención a estos requerimientos deducimos que el supervisor debe ser un profesional con las siguientes características:

Experiencia. La suficiente para comprender e interpretar todos los procedimientos constructivos contenidos en las especificaciones y planos del proyecto a utilizarse.

Capacidad de organización. La necesaria para ordenar todos los controles que deben llevarse para garantizar una obra a tiempo, de acuerdo a la calidad especificada y al costo previsto.

Seriedad. Para representar con dignidad al contratante en todo lo que respecta al desarrollo de la obra.

Formalidad. Para cumplir con todas las obligaciones que adquiere al ocupar el cargo. Conviene señalar el compromiso de informar oportuna y verazmente al contratante sobre los avances e incidentes del desarrollo de los trabajos.

Honestidad. Ya que habrá de autorizar obras y el pago de los trabajos realizados.

Criterio Técnico. Para distinguir acertadamente entre alternativas, cual es la más adecuada y propia sin perder de vista los intereses de quien nos ha contratado.

Ordenado. Para poder controlar toda la documentación que requiere la función encomendada.

2.4. FUNCIONES PRINCIPALES DEL SUPERVISOR/INGENIERO DE CAMPO

En esta sección realizaremos una comparación entre las funciones del supervisor de obra y el ingeniero de campo (Manual de supervisión de Bechtel, 2012)

SUPERVISOR DE OBRA	INGENIERO DE CAMPO
<ul style="list-style-type: none"> - Velar por que la obra se ejecute cumpliendo con el plazo previsto, el costo contratado y la calidad especificada. - Asegurar el desarrollo normal de las actividades, verificando el cumplimiento de las normas y reglamentos vigentes en el aspecto técnico, legal, administrativo, laborales y otros relacionados a los mismos. - Establecer un sistema eficiente que permita controlar la calidad de los materiales o insumos utilizados en la obra, los procedimientos adoptados y calidad final de obra. - Control del aspecto económico de la obra. - Emitir opinión técnica fundamentada, proponiendo soluciones que resuelvan incompatibilidades y/o diferencias que pueda contener el expediente técnico. - Controlar el cumplimiento de las normas de seguridad, higiene y operatividad de obra. - Controlar el personal técnico y obrero que el contratista asigne a la obra, cuente con capacidad, idoneidad y cantidad requeridas. - Controlar el avance de la obra y exigir al contratista que adopte las medidas para lograr su cumplimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - La responsabilidad principal del grupo de ingeniería de campo será asegurar que el Proyecto se construye en total conformidad con los planos y especificaciones. - Los ingenieros de campo son responsables de la revisión e interpretación de los dibujos, modelos y especificaciones para determinar si la información proporcionada es suficiente para la terminación exitosa de la construcción de una manera lógica y eficiente. - El ingeniero de campo es responsable de la iniciación, revisión y / o seguimiento a todos los documentos de cambio de campo (FCD's). - Los ingenieros de campo prepararán bosquejos de campo (FSK) necesarios para respaldar la construcción, actualizar el modelo y mantener los dibujos "as-built" correspondientes. - El grupo de ingeniería de campo será responsable de la verificación final de la calidad de la construcción mediante el seguimiento continuo del proceso de construcción. El trabajo Se realizará de acuerdo con los procedimientos establecidos. - Los ingenieros de campo proveerán inspección de materiales, equipos y mano de obra para asegurar el

<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el cumplimiento por parte del contratista de las contribuciones, aporte a la seguridad social y beneficios sociales relativos a la obra. - Controlar que la elaboración de los planos de replanteo se realice de acuerdo al avance físico de la obra. 	<p>cumplimiento de los planos, especificaciones, y normas aplicables.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los ingenieros de campo iniciarán, registrarán y verificarán las pruebas de calidad y rendimiento requeridas por los documentos del proyecto. - El grupo de ingeniería de campo adquirirá un conocimiento práctico de los procedimientos y los estándares de diseño de ingeniería del proyecto, revisará y proporcionará información para la programación de ingeniería y procura. El ingeniero de campo también proporcionará información de constructabilidad al coordinador de construcción en la oficina principal.
--	--

2.5. FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL INGENIERO DE CAMPO

2.5.1. Supervisión De Trabajos de Movimiento de Tierra.

La función principal del Ingeniero de Campo es la de asegurar que se cumplen las especificaciones técnicas del proyecto, a continuación, detallamos las principales especificaciones a supervisar.

Terminación de Plataformas

La inspección cubrirá, a lo menos entre otros, los siguientes aspectos:

- ✓ Verificar el cumplimiento de las normas de seguridad.
- ✓ Autorizar lugares para botaderos de escombros.
- ✓ Autorizar lugares para extracción de áridos.
- ✓ Entregar la información de terreno, como antecedentes topográficos, información aclaratoria o adicional relacionada con el proyecto.
- ✓ Chequear replanteos topográficos de las instalaciones y verificar su control durante la ejecución de los trabajos.

- ✓ Control de calidad de los materiales de sub base, granulometría, capacidad de soporte, colocación y compactación.
- ✓ Comunicar las eventuales modificaciones o adaptaciones del proyecto a las condiciones del terreno.

Excavaciones

- ✓ En toda actividad de excavación, sin excepción, se tomarán las medidas de seguridad necesarias para evitar daños a personas, equipos e instalaciones temporales o permanentes
- ✓ Las excavaciones deberán llegar hasta los niveles indicados en los planos o hasta encontrar el suelo de fundación de la calidad establecida en el Proyecto.
- ✓ Los procesos de excavación deberán planificarse de manera que aseguren la estabilidad de los taludes abiertos. Especial consideración tendrán aquellas áreas donde se produzcan interferencias con otros trabajos o instalaciones existentes, en estos casos, deberá estudiarse la alternativa de materializar un sistema de refuerzo tipo entibación.
- ✓ Se deberán evitar daños a instalaciones enterradas existentes, debiendo repararse las estructuras o instalaciones que resulten dañadas por la ejecución de los trabajos, si así ocurriera.
- ✓ En los casos en que sea necesario hacer excavaciones cerca de fundaciones existentes y tanto su profundidad como cercanía lo ameriten, estas deberán calzarse de acuerdo a las instrucciones de la gerencia de construcción.
- ✓ Se ejecutará la excavación con equipo mecánico hasta 0.20 m sobre la cota de sello de excavación indicada en los planos, con el propósito de efectuar a esa profundidad una excavación controlada más afinada y ajustar la excavación a las dimensiones indicadas en los planos mediante excavación con herramientas manuales y/o con equipo menor.
- ✓ Con este fin se realizará una re-nivelación de la excavación marcándose por medio de estacas la profundidad de corte faltante en cada punto.
- ✓ Se deberán remover todos los materiales no aptos para fundación que se encuentren a nivel de sub rasante o sello de fundación, procediéndose a restituir dicho material con relleno estructural de empréstito u de concreto

pobre, de acuerdo a las instrucciones de las especificaciones técnicas indicadas en los planos.

- ✓ Las excavaciones en zanja destinadas a instalación de cañerías o ductos eléctricos, deberán ejecutarse de acuerdo a las secciones indicadas en los planos y teniendo especial cuidado de proporcionar un apoyo sólido y parejo.
- ✓ En el caso de excavaciones destinadas a fundaciones de estructuras, el sello de fundación deberá nivelarse en general con tolerancia de ± 2 cm, excepto en el caso de roca donde la tolerancia aumenta a -10 cm y la cota de fundación se alcanzará mediante el uso de concreto del mismo tipo que el de la estructura a soportar.
- ✓ Cualquier excavación adicional deberá ser autorizada por escrito por la gerencia de construcción. Dichas excavaciones serán rellenadas, en la forma que se estipula en el ítem de relleno o como lo indique la gerencia de construcción.

Taludes

- ✓ Los taludes que queden expuestos en forma permanente, deberán quedar perfilados de acuerdo a proyecto y limpios de escombros o materiales extraños.
- ✓ En taludes temporales inestables, se deberá tomar las precauciones necesarias para su afianzamiento temporal. Se entenderá como afianzamiento temporal al empleo de estructuras, concreto proyectado, acuñamientos de madera u otro diseño, material o procedimiento aceptado por la gerencia de construcción, y en general cualquier tipo de sostenimiento que permita, en el entorno de taludes, un trabajo de estándares normales y seguro. También se podrá lograr la estabilidad del talud reduciendo su pendiente.
- ✓ Los taludes definitivos en material común deberán ser repasados, eliminando todo material suelto susceptible de desprenderse, dejándolos estables y con las inclinaciones señaladas en los Planos del Proyecto.

Rellenos Estructurales

- ✓ Los rellenos estructurales deberán realizarse de acuerdo a las dimensiones y ubicación indicadas en los planos del Proyecto.

- ✓ Si sobre el sello de fundación donde se realizará el relleno estructural se encuentra material orgánico o material deleznable se deberá retirar todo el material inadecuado, procediéndose a restituir dicho material con relleno estructural de empréstito u de concreto pobre, de acuerdo a las instrucciones del ingeniero geotécnico.

Control de Colocación y Compactación de Rellenos Estructurales

La colocación y compactación de rellenos estructurales deberá cumplir las siguientes disposiciones:

- ✓ Los rellenos sobre ductos eléctricos o cañerías enterradas deberán comenzar una vez que éstos hayan sido recibidos y aprobados. Luego se colocará el relleno en capas horizontales y se compactará hasta alcanzar la densidad especificada, tomando las medidas necesarias para evitar daños en las cañerías o ductos.
- ✓ La compactación de cada capa de material de relleno deberá ejecutarse en forma sistemática, ordenada y continua y en general se deberá ejecutar en paralelo a la dirección de colocación del relleno.
- ✓ Los sectores donde el relleno no cumpla con la obtención de la compacidad exigida, serán re compactados o se procederá a reemplazar el material por otro que cumpla lo especificado.
- ✓ Para controlar la compacidad especificada, se efectuarán determinaciones de densidad en a los menos un punto por capa por cada 100 m² compactados, con una cantidad mínima de dos controles por capa de relleno. Dicho control se realizará con densímetro nuclear o cono de arena y estará a cargo de un Laboratorio de Suelos competente autorizado por la gerencia de construcción.

Rellenos Adyacentes a Estructuras de Concreto

Los rellenos adyacentes a estructuras de concreto deberán cumplir las siguientes disposiciones:

- ✓ El relleno deberá iniciarse una vez que el concreto haya desarrollado el 75% de su resistencia a los 28 días, o después de 14 días de vaciado (colocado) y una

vez retirado el encofrado (moldaje), tapados los recesos dejados para los tensores, colocada la impermeabilización de fundaciones y drenajes y recibida la limpieza de las superficies.

- ✓ El relleno lateral de muros se deberá realizar con equipos de compactación aprobados por la gerencia de construcción, de modo que no ejerzan sobrecargas excesivas a las estructuras o fundaciones.
- ✓ En el caso de rellenos sobre túneles de concreto, cuando no exista indicación en los planos, deberá limitarse el nivel de relleno a compactar con equipos de bajo peso estático, no mayor de 500 kg., por lo menos 1 metro sobre la clave, o de acuerdo a lo que determine la gerencia de construcción.
- ✓ En todos los sectores vecinos a los muros de sostenimiento u otros cimientos, las capas se reducirán a un máximo de 0.25 m de espesor suelto y se deberán compactar de acuerdo a lo indicado en ítem de relleno estructural.

2.5.2. Supervisión de obras de concreto

Armaduras de Refuerzo

- ✓ Todos los materiales serán nuevos, sin oxidación, ni costras o revestimientos que reduzcan o destruyan su adherencia. No se utilizarán refuerzos cuya sección haya sido claramente reducida con torceduras.
- ✓ Las barras de refuerzo cumplirán los requisitos de ASTM A 615, Grade 60. Los tamaños de las barras de refuerzo serán los que se muestren en los planos.
- ✓ Excepto cuando se especifique de otra forma en la presente o se muestre en los planos de diseño definitivos, el detallamiento y la fabricación de acero de refuerzo cumplirán con ACI 315, "Details and Detailing of Concrete Reinforcement", ACI 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete.

Pernos de Anclaje y Aceros Embebidos

- ✓ Pernos de anclaje, golillas, tuercas y placas de anclaje estarán de acuerdo a los planos del proyecto.
- ✓ Los pernos se fabricarán a partir de barras lisas. Los dobleces, hilos y cabezas se fabricarán según se muestre en los planos respectivos.

- ✓ Posicionar y asegurar los pernos de anclaje e ítems embebidos según requerimientos de ACI 301 y 304R y según esta especificación técnica.
- ✓ Usar plantilla de acero para fijar los pernos de anclajes de columnas. Usar plantillas de acero para fijar otros pernos de anclaje según indique el ingeniero.
- ✓ Posicionar los pernos de anclaje según tolerancias señaladas en AISC Code of Standard Practice, AISC 303. Aplique estas tolerancias a todos los pernos de anclaje, incluyendo a aquellos de bases de equipos, salvo que existan tolerancias más restrictivas proveídas en planos de diseño ó de equipos.
- ✓ Salvo se indique lo contrario, instalar los pernos de anclaje perpendiculares a la superficie de apoyo.

Encofrados

- ✓ Todos los encofrados cumplirán con ACI 301 y ACI 347, exceptuando las modificaciones implicadas por los siguientes requisitos complementarios, u otras instrucciones:
- ✓ En el llenado del concreto contra terreno, los cortes de tierra podrán usarse como encofrados para las superficies verticales cuando así se autorice, asegurando que: se suministre un recubrimiento adicional de concreto de 25mm como mínimo; la excavación cumpla con las leyes y regulaciones pertinentes y; la superficie no quede expuesta a la vista.
- ✓ Los encofrados para las superficies expuestas de concreto se revestirán con un material desmoldante aprobado que no decolore y previo a la colocación del acero de refuerzo. Cuando la superficie acabada deba ser a pintada, el material que se aplique a las superficies del encofrado no manchará con aceite o grasa la superficie de concreto.
- ✓ Los encofrados para columnas, muros, costados de vigas, losas y vigas maestras, y demás partes que no soporten el peso del concreto, se desmontarán en cuanto que sea práctico con el fin de evitar retrasos en el curado y reparación de las imperfecciones de la superficie.
- ✓ Los encofrados para las vigas, las losas y demás partes que soportan el peso del concreto permanecerán en su sitio hasta que el concreto haya alcanzado el 80 por ciento de su resistencia a 28 días.

- ✓ Retirar encofrados de elementos de concreto no soportantes después que el concreto haya adquirido suficiente resistencia de forma que no se dañe por la acción del retiro del encofrado. No realizar esta actividad antes de 8 horas de haber colocado el concreto.
- ✓ Los encofrados se desmontarán de forma que se garantice la seguridad íntegra de la estructura evitando causar cualquier daño al concreto.

Juntas

- ✓ A menos que se muestre o autorice de otra forma, la separación entre las juntas de construcción horizontal en las losas no excederá 15m.
- ✓ A menos que se muestre o autorice de otra forma, las juntas de construcción se prepararán con el fin de conseguir su adhesión en la junta de conformidad con ACI 301, Sección 5.3.2.6. No se harán ranuras en las juntas de construcción, excepto como se muestre.
- ✓ Todos los refuerzos serán continuos a través de las juntas de construcción al menos que se muestre de otra forma. Los conectores en las juntas de construcción serán como se especifique.
- ✓ La ubicación y el tamaño de los tapajuntas serán como se muestre. Su instalación se hará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Colocación de Concreto

- ✓ La colocación de concreto cumplirá con ACI 301, exceptuando las modificaciones implicadas por los siguientes requisitos complementarios, u otras instrucciones.
- ✓ Se elaborará un esquema que muestre la cantidad, el tamaño y la secuencia de colocación propuesta, la que se someterá a aprobación antes de comenzar la obra de concreto.
- ✓ Antes de colocar el concreto, se establecerán medios de comunicación autorizados para la comunicación con el proveedor de concreto premezclado durante la colocación del concreto. El Contratista será responsable de recibir y colocar el concreto en el momento de su entrega, una vez que terceros realicen

- el muestreo y los ensayos requeridos. Los defectos en el concreto ocasionados por retrasos en la colocación del concreto son responsabilidad del Contratista.
- ✓ Se podrá colocar concreto bajo lluvia asegurando que se proporcione una protección satisfactoria para prevenir que el agua aumente el agua de amasado o dañe las superficies de concreto fresco.
 - ✓ Se quitará la nieve, el hielo o agua de las excavaciones o encofrados antes de depositar el concreto. Cualquier caudal de agua hacia el interior de una excavación se desviará con drenajes adecuados hacia un sumidero o se eliminará con otros métodos aprobados que no arrastren el concreto recientemente depositado.
 - ✓ No se vaciará concreto a través de zonas de alta congestión de armaduras que pudieran ocasionar la segregación del agregado grueso. En tales casos se utilizarán canaletas, tolvas de vaciado flexibles o cualquier otro medio satisfactorio. En todo caso, no se permitirá verter el concreto desde una altura de más de 1,8m al menos que se autorice de otra forma.
 - ✓ No se permitirá que el concreto fluya lateralmente una distancia superior a 1,5m desde el punto de depósito.
 - ✓ El concreto se consolidará mediante vibradores mecánicos. Los vibradores serán del tipo de botella de inmersión que se sumergen en el hormigón fresco y tendrán, en todo momento, una cantidad de unidades y potencia por unidad adecuados para consolidar todo el concreto debidamente. La duración de la vibración se limitará al tiempo necesario para producir una consolidación satisfactoria sin causar una segregación objetable.
 - ✓ Todo el concreto excedente debido a su rechazo, sobresuministro o limpieza de camión se botará en un área autorizada por el Propietario.

Reparación de Defectos Superficiales

- ✓ La reparación de defectos en las superficiales de concreto cumplirá con ACI 301, exceptuando las modificaciones implicadas por los siguientes requisitos complementarios, u otras instrucciones.
- ✓ Inmediatamente después de desencofrar, se retirará todo el material suelto, y se repararán todos los defectos superficiales con parches de mortero de la misma marca que el cemento utilizado en el concreto. Las áreas reparadas

quedarán emparejadas y tendrá el mismo color y textura que las superficies contiguas.

- ✓ Las superficies que queden fuera de las tolerancias prescritas se corregirán individualmente como se ordene.

Curado y Protección

- ✓ El curado y protección del concreto fresco contra la pérdida de humedad se iniciará inmediatamente después de su colocación de conformidad con ACI 301, excepto como se ordene.
- ✓ El plazo de curado será de 7 días excepto para el concreto de alta resistencia cuyo plazo de curado será como mínimo de 3 días. El método y la duración del plazo de curado se deberá aprobar en todos los casos.

Muestreo, Ensayos, Inspección y Aceptación

- ✓ Terceras partes se encargarán de realizar inspecciones y ensayos periódicos de las instalaciones de producción, equipos, materiales propuestos, dosificaciones y el concreto resultante, durante el plazo de ejecución del trabajo, con el fin de evaluar su cumplimiento con estas especificaciones.
- ✓ El muestreo y los ensayos del concreto se realizarán de conformidad con ACI 301. El Propietario hará los arreglos para disponer de un servicio de ensayos en la faena.

2.6. OTRAS FUNCIONES DEL INGENIERO DE CAMPO

Reporte de Cantidades

El supervisor de terreno tiene bajo su responsabilidad:

- ✓ Asegurar que las cantidades instaladas semanalmente en el área asignada estén siendo informadas en forma precisa.

- ✓ Proporcionar estas cantidades al Ingeniero de Terreno del proyecto y a Control de Proyectos en forma oportuna.
- ✓ Verificar los informes de cantidades versus las cantidades efectivamente instaladas para comprobar su exactitud y consistencia.
- ✓ Actualizar y mantener los sistemas de seguimiento de cantidades.
- ✓ Definir el alcance del trabajo, realizando cubicaciones y manteniendo registros precisos de las estimaciones para productos asignados.
- ✓ Verificar que las cubicaciones de cantidades proporcionadas por ingeniería o por los proveedores sean exactas y completas. Actualizar estas cubicaciones, según corresponda, a medida que los documentos de diseño o los cambios de terreno lo exijan.

Control de Documentos

El Ingeniero de Campo tiene las siguientes responsabilidades:

- ✓ Revisar y aprobar las propuestas de diseño iniciadas por los proveedores y subcontratistas administradas por Construcción.
- ✓ Confirmar que la última revisión de los planos, incluyendo los documentos de cambio provisorio, se utilice en la inspección final.
- ✓ Realizar una auditoría a los documentos de trabajo no controlados.

Almacenamiento de Materiales

El Ingeniero de Campo es responsable de:

- ✓ Identificar los requisitos de mantenimiento y almacenamiento del fabricante de los equipos y material de la planta permanente, dentro de su disciplina o área de responsabilidad. Cuando los requisitos del proveedor o fabricante no se encuentren disponibles o no se puedan obtener.
- ✓ Preparar las instrucciones específicas de almacenamiento y de mantenimiento, cuando corresponda.
- ✓ Iniciar y dar seguimiento al programa de almacenamiento y mantenimiento, incluido el desarrollo del Registro de Mantenimiento de Equipos Almacenados, Anexo E.

- ✓ Ayudar regularmente al gerente de adquisiciones de campo (o designado) en la inspección del material y equipos almacenados para asegurar que se cumpla con los requisitos.
- ✓ Asegurar que se almacenen y se retengan los registros de almacenamiento y mantenimiento de acuerdo con los requisitos del proyecto.

Requisición de Materiales

Requisición de Materiales de Terreno (*Field Material Requisition, FMR*)

Documento generado en terreno que se usa para solicitar equipos, materiales, servicios, arriendos o servicios de subcontratistas durante la construcción del proyecto.

- ✓ Programar la preparación de las FMR con respecto a los plazos y necesidades en terreno.
- ✓ Preparar las FMR y garantizar que se presentan de manera profesional, específica, que contiene descripciones completas y cumplen con los requisitos del trabajo.
- ✓ Garantizar que las FMR se ciñen a los requisitos técnicos y de calidad identificados en los documentos de diseño.
- ✓ Generar un alcance de trabajo completo, descripción de materiales o servicios con cantidades unitarias y números de código de existencias (según corresponda), completos y precisos
- ✓ Listar los documentos necesarios para describir el material o servicio requerido y adjuntar dichos documentos a la FMR (lo que garantizará que las referencias a los documentos de diseño están vigentes). Los requisitos técnicos incluirán, sin limitación: especificaciones, planos, códigos, estándares, reglamentos, procedimientos e instrucciones (según corresponda).
- ✓ Coordinar con Ingeniería de Proyecto para determinar los requisitos de materiales o servicios que no se mencionan en una especificación o lista de materiales.
- ✓ Garantizar que todos los requisitos de entrega de documentos técnicos en los documentos de diseño se identifican como entradas de las FMR.

- ✓ Preparar las revisiones de FMR que corresponda y garantizar que éstas se revisan y aprueban de acuerdo con el mismo proceso de la FMR original.

Control de Calidad de contratistas

- ✓ Revisar los planes de inspección y pruebas del contratista, reunir observaciones y validar basado en la especificación técnica respectiva del subcontrato y los requisitos de códigos aplicables.
- ✓ Aprobar los planes de inspección y pruebas del contratista y proporcionar indicaciones técnicas.
- ✓ Revisar las entregas para aprobación del subcontratista procedimientos de trabajo, protocolos, etc.
- ✓ Supervisar las actividades de terreno, según se requiera, por medio del registro de las observaciones de calidad semanales, mensuales, al completar el trabajo, o según lo determine el Ingeniero de Campo del Proyecto para asegurar el cumplimiento con un programa de aseguramiento de la calidad del subcontratista

CAPÍTULO III: USO DEL BIM EN LA SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

3.1. CONCEPTO DE BIM

Definimos **Building Information Modeling (BIM)** como el proceso de generación y administración de una base de datos inteligente y 3D de una edificación durante su ciclo de vida. El resultado de dicho proceso es el Modelo de Información de la Construcción en 3D, que comprende: la geometría de la construcción, las relaciones espaciales, la información geográfica, las cantidades y las propiedades de cada uno de los componentes de la construcción. Al construir virtualmente el edificio, se comprende mejor y mitigan los riesgos antes de su construcción. Esta representación virtual de las características físicas y funcionales de la edificación sirve como un repositorio compartido de información a lo largo del ciclo de vida de la edificación para desempeñar mejor las simulaciones de diseño, análisis de conflictos, costos, programación y evaluación de la construcción, y operación y mantenimiento.

A través del modelo se centraliza la información y sirve como fuente para la mejora del diseño, el análisis de constructabilidad, detección de interferencias y oportuna toma de decisiones en beneficio del costo y plazo del proyecto.

3.2. VENTAJAS DEL BIM

Las principales ventajas del uso del BIM son:

- ✓ Capacidad de visualización 3D que permite interactuar con el proyecto en un entorno cuyos elementos cumplen reglas, leyes y se relacionan con los demás elementos del ensamble.
- ✓ Mejor visualización de elementos complejos.
- ✓ Disminución considerable de los errores en la documentación de obra que se traduce en ahorro de tiempo (evitar rehacer trabajo), ahorro de dinero y se asegura la calidad.
- ✓ Posibilidad de evaluar alternativas y modificaciones usando los modelos paramétricos en un ambiente multi-dimensional que favorece la toma de decisiones. Se asocia este beneficio a la necesidad de que los proyectos

aseguren su constructability. BIM permite evaluar eficientemente las alternativas para determinar su viabilidad para ser construidas.

- ✓ Actualizar la información en la documentación de obra de manera de manera eficiente.
- ✓ Diseñar, planear, ejecutar y operar un proyecto de construcción en un ambiente interoperable que favorece el intercambio de información entre los profesionales involucrados en cada una de las etapas (intercambio eficiente de información entre software especializado). Así con un mismo modelo se puede llevar a cabo análisis estructural, análisis de eficiencia energética, análisis de ventilación, obtención de cantidades de obra, etc.
- ✓ Diseñar, planear, ejecutar y operar un proyecto de construcción en un ambiente colaborativo donde todas las personas involucradas en cada fase del proyecto puedan intercambiar información, hacer sus aportes y utilizar de la información de otras áreas de diseño. Esto se denomina integración de proyectos e ingeniería colaborativa. Para ilustrar, en un mismo modelo paramétrico se puede integrar toda la información requerida por todas las partes involucradas en una obra.
- ✓ Generar controles dinámicos de cantidades de obra y programación de obras.
- ✓ Control de inventarios.
- ✓ Manejo de contratistas.
- ✓ Facilidad para generar bases de datos.

3.3. EL BIM COMO HERRAMIENTA DE INTEGRACIÓN MULTIDISCIPLINARIA

Uno de los pilares fundamentales de BIM es la posibilidad de tener profesionales de diversas especialidades trabajando en un único archivo digital que constituye el diseño final del proyecto, se trata de una metodología que logra integrar las diversas áreas de diseño involucradas en el proyecto de construcción. Mediante herramientas BIM cada uno de los profesionales que diseñan pueden trabajar sobre un mismo modelo que se actualiza periódicamente en lapsos breves (Vandezande et al., 2011).

Los diseños a partir de procesos colaborativos se asocian con altos grados de “Constructability” porque al integrar el trabajo de las diversas disciplinas de diseño en un único modelo paramétrico se logra evitar gran cantidad de errores que finalmente se traducen en ahorros de tiempo y dinero. Dotar a los equipos de diseño con conocimientos de “Constructability” mejora los resultados de su trabajo, incluso algunas firmas han incorporado manuales de “Constructability” en sus procesos. Además, apoyados en avances en modelación paramétrica, los diseños comienzan de niveles más altos en la medida que se encuentran gobernados por reglas y restricciones que evitan errores en el manejo de los elementos y los procesos (Fischer and Tatum, 1996).

3.4. BIM EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

El uso de modelos BIM durante la etapa de construcción involucra la incorporación de la herramienta en los análisis de Look Ahead y del Último Planificador.

- ✓ Planificación del Layout en distintos escenarios: los modelos 3D y 4D ayudan a construir lo que los planificadores siempre hacen mentalmente, pero no pueden reproducir adecuadamente en una hoja de papel. Los modelos permiten planificar la ubicación de materiales y equipos en escenarios cambiantes, como por ejemplo en la construcción de sótanos. Permite además ubicar grúas y elementos de izaje vertical y de movimiento horizontal.
- ✓ Comunicación con el Último Planificador: la discusión de la planificación semanal de obra requiere de herramientas visuales más potentes para que los maestros de obra, capataces y subcontratistas estén alineados con las metas de planificación. Es así que los modelos tridimensionales permiten una discusión colegiada de la planificación y posible detección de interferencias por flujo de materiales y equipos. Los modelos 4D mejoran la comunicación entre planificadores y cuadrillas.
- ✓ Metrados directos y costos: se puede asignar a cada elemento la información sobre la incidencia y metrados de los materiales que lo componen y sus costos. Este proceso evita hacer metrados convencionales y elimina la necesidad de digitar más de una vez los mismos datos.

- ✓ Logística y proveedores: los modelos 3D permiten mejorar la comunicación con los proveedores y subcontratistas, permitiendo la pre-fabricación de los componentes o fabricación de elementos a medida, de tal manera que la obra sea el sitio de ensamble bajo la estrategia de producción “just in time”. Se puede asignar a cada elemento el estado de avance de construcción, así como las cantidades de materiales a utilizar en un plazo determinado, con lo que se puede obtener cronogramas automáticos de despachos de materiales y volúmenes para almacenamiento temporal.
- ✓ El primer camino es aplicar modelos 3D desde la etapa de diseño. Los Equipos Multidisciplinarios de diseño participan desde el anteproyecto: el arquitecto modela en BIM la arquitectura que concurrentemente es usada por los ingenieros especialistas de estructuras e instalaciones. Así, cada una de las especialidades usa el modelo 3D de manera simultánea, y luego se integra una sola plataforma para la identificación y resolución de interferencias.
- ✓ El segundo camino, y posiblemente el más cercano, está en mano de los constructores. Los proyectistas entregan los planos en 2D a los constructores y estos modelan en 3D los proyectos. El modelo recopila toda la información descrita en las especificaciones técnicas y utiliza el 4D para modelar el proceso constructivo.

3.5. USO DEL BIM EN LA SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

En la coordinación del diseño, la cooperación entre las distintas partes se garantizará con respecto a los asuntos relacionados con el modelado de información de edificios, y la ejecución de las tareas es supervisada. Las medidas de garantía de calidad del cliente son también tenidas en cuenta, y la planificación BIM se actualiza si es hace falta.

Durante la etapa de preparación de la construcción, se asegura que los materiales proyectados surgidos durante la etapa de diseño puedan ser utilizados en la ejecución.

Los requisitos para el uso de los modelos durante la construcción se incorporan a los documentos contractuales, y el procedimiento se describe específicamente con respecto a la transferencia

En el presente proyecto el modelo utilizado fue de gran utilidad en lo siguiente:

- ✓ Identificación de interferencias previas a la construcción, lo cual permite la resolución temprana de problemas y la actualización de los planos.
- ✓ Visualización en 3D del proyecto por lo cual tenemos un mejor entendimiento del funcionamiento de este.
- ✓ Mejora la planificación y eficiencia de los trabajos debido al mayor entendimiento de la estructura por parte de todos los trabajadores involucrados.
- ✓ Estimación de magnitudes y volúmenes a usar.
- ✓ Solicitar el diseño o realizar consulta acerca de estructuras que se visualizan en el modelo y de los cuales no tenemos planos.
- ✓ Superposición de las diferentes disciplinas lo cual hace más sencilla la integración del proyecto.

3.6. MODELO 3D DE ESTRUCTURAS DEL CONCENTRADOR



Figura 3.1. Vista 3D de Planta Concentradora Las Bambas superpuesta con las plataformas reales del proyecto



Figura 3.2. Vista de Área de Molienda de Concentrador Las Bambas



Figura 3.3. Vista de Fundaciones de Molinos en Planta Concentradora Las Bambas

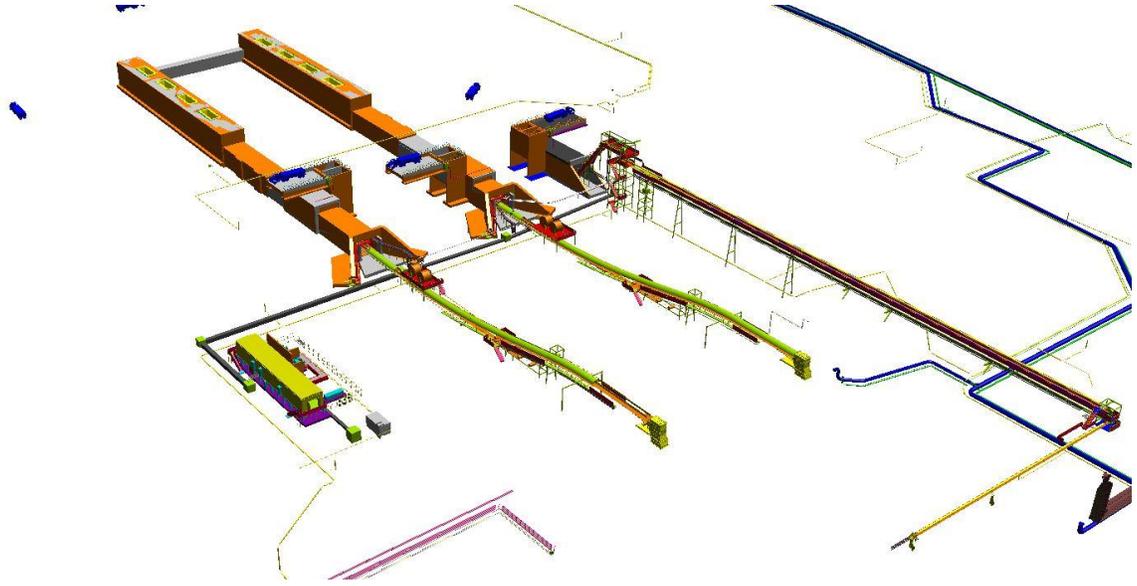


Figura 3.4. Vista de Estructura del Túnel de Recuperación Planta Concentradora
Las Bambas

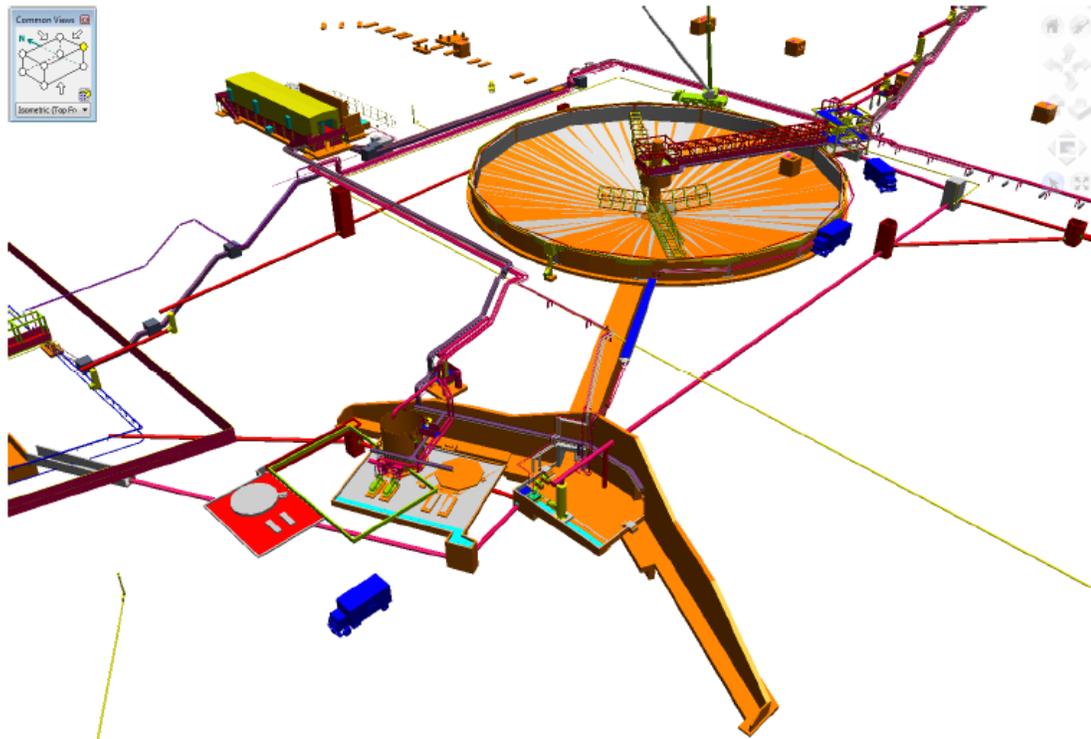


Figura 3.5. Vista de Estructura de Espesador de Concentrado Planta Concentradora
Las Bambas

CAPÍTULO IV: SEGURIDAD EN OBRA

4.1. RESPONSABILIDADES DEL INGENIERO DE CAMPO EN SEGURIDAD DE OBRA

Los trabajos se realizaron con seguridad y es deber del supervisor los siguientes puntos:

- ✓ Verificar que los trabajadores cumplan con los requisitos de seguridad.
- ✓ Tomar toda precaución para proteger a los trabajadores, verificando y analizando que se haya dado cumplimiento a la Identificación de Peligros y Evaluación y Control de Riesgos (IPER) realizada por los trabajadores en su área de trabajo, a fin de eliminar o minimizar los riesgos.
- ✓ Informar a los trabajadores acerca de los peligros en el lugar de trabajo.
- ✓ Verificar que los trabajadores usen máquinas con las guardas de protección colocadas en su lugar.
- ✓ Instruir y verificar que los trabajadores conozcan y cumplan con los estándares y PETS y usen adecuadamente el equipo de protección personal apropiado para cada tarea.
- ✓ Actuar inmediatamente frente a cualquier peligro que sea informado en el lugar de trabajo.
- ✓ Ser responsable por su seguridad y la de los trabajadores que laboran en el área a su mando.
- ✓ Verificar que se cumplan los procedimientos de bloqueo de las maquinarias que se encuentren en mantenimiento.
- ✓ Paralizar las operaciones o labores en situaciones de alto riesgo hasta que se haya eliminado o minimizado dichas situaciones riesgosas.
- ✓ Imponer la presencia permanente de un supervisor (ingeniero o técnico) en las labores mineras de alto riesgo, de acuerdo a la evaluación de riesgos.

4.2. PRINCIPALES ACTIVIDADES DE RIESGO EN LA OBRA

Debido a la naturaleza multidisciplinaria del proyecto las principales actividades de riesgo fueron:

Trabajos en Espacios Confinados

En ocasiones se realizaron trabajos dentro de manholes, cámaras o tanques instalados, para lo cual se debe verificar lo siguiente.

- ✓ Deben realizarse pruebas para identificar los peligros potenciales.
- ✓ Cuando corresponda, deben realizarse las tareas de bloqueo y etiquetado adecuadas para aislar las fuentes energizadas dentro del espacio confinado.
- ✓ Debe suministrarse el equipo para pruebas, ventilación, comunicación, iluminación, acceso y egreso, protección personal y rescate/emergencia.
- ✓ Los espacios confinados deben mantenerse bajo vigilancia antes de entrar para realizar el trabajo y durante el desarrollo del trabajo.

Trabajos en Altura

Se identificó este peligro en varias de los trabajos realizados, a continuación, citaremos algunos.

- ✓ Acceso a pisos superiores aun no liberados.
- ✓ Trabajos de armado de acero de refuerzo y encofrado en alturas mayores a 1.80 m.
- ✓ Reparación de superficie de concreto en altura.
- ✓ Trabajos de montaje de acero estructural, fijación de pernos o reparación de daños en la pintura

El supervisor debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- ✓ Los empleados deben utilizar arneses de seguridad para todo el cuerpo en caso de que los sistemas de prevención de caídas primarios no sean adecuados y/o exista exposición a caídas.
- ✓ El personal que se traslade o trabaje en áreas elevadas a más de 1,83 metros (6 pies) sobre el nivel del suelo o en superficies adyacentes donde exista exposición a caídas debe utilizar protección secundaria contra caídas.
- ✓ El personal debe asegurar su cordón de seguridad a una estructura, cuerda de salvamento o dispositivo de detención de caídas apropiado que pueda soportar 2268 kg (5000 libras).

- ✓ Deben inspeccionarse los dispositivos de protección contra caídas, como las cuerdas de salvamento, los cordones/arneses de seguridad, etc., para verificar que no estén dañados ni deteriorados antes de utilizarlos.
- ✓ Los equipos defectuosos deben retirarse de servicio y destruirse o devolverse al Departamento de Higiene, Seguridad y Medio Ambiente y destruirse.

Trabajo en Lugares Energizados (Bloqueo y Etiquetado)

En el proyecto se usaron fuentes de energía permanentes y temporales y debido a la gran cantidad de personal trabajando y las diferentes disciplinas involucradas se debe tener especial cuidado al realizar los trabajos en lugares cercanos a equipos energizados, a continuación, citamos algunos ejemplos que se encontraron en el proyecto.

- ✓ Equipos en etapa de prueba; molinos, espesadores, correas, etc.
- ✓ Tuberías en funcionamiento o presurizadas para pruebas.
- ✓ Salas eléctricas

El bloqueo / etiquetado (LOTO, por sus siglas en inglés) es el uso de prácticas y procedimientos para salvaguardar a los empleados del encendido o arranque inesperados de maquinaria y equipos, así como de la liberación de energía peligrosa durante las actividades de servicio o mantenimiento. Esto se lleva a cabo mediante el uso de un dispositivo de bloqueo único para prevenir el encendido o liberación de materiales o energía. Además, se coloca una etiqueta en el dispositivo bloqueado para indicar que éste no debe encenderse.

Operaciones de Elevación (Izaje)

Los riesgos de elevación se categorizan como: bajos, medios, críticos y súper críticos. Los trabajadores deben mantenerse alejados de las cargas que están por elevarse y no se permite por ninguna razón que nadie se encuentre debajo de una carga suspendida.

Factores de seguridad específicos a considerar

- ✓ El personal involucrado en las operaciones de grúa debe asegurarse de que los trabajadores nunca se coloquen debajo de una carga suspendida.
- ✓ Se debe señalar el área antes del inicio del izaje.

Excavaciones de Zanjas

Se realizó la apertura de zanjas para diferentes actividades en el proyecto, y todas ellas son supervisadas por el supervisor civil a cargo. Los trabajos más resaltantes fueron:

- ✓ Excavación para fundaciones de obras civiles.
- ✓ Apertura de zanja para instalación de tuberías.
- ✓ Apertura de zanja para construcción de túneles o ductos eléctricos

El supervisor debe verificar que se cumpla lo siguiente:

- ✓ Las zanjas de 1,2 metros (4 pies) o más de profundidad deben reforzarse adecuadamente, o las paredes deben adecuarse hasta obtener la inclinación apropiada a fin de proteger a los empleados contra un derrumbe.
- ✓ Los restos de materiales eliminados en una excavación (y cualquier otra acumulación de material) deben colocarse al menos a 0,6 metros (2 pies) del borde de la excavación.
- ✓ Las barreras blandas deben colocarse al menos a 1,83 metros (6 pies) de los bordes abiertos de las zanjas y excavaciones.
- ✓ Ningún empleado puede ubicarse debajo de cargas manipuladas con equipos de excavación o de elevación.
- ✓ Los empleados deben permanecer alejados de cualquier vehículo que se esté cargando o descargando para evitar resultar golpeado con materiales que se caigan o se derramen.

CAPÍTULO V: SUPERVISIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ESPESADOR DE CONCENTRADO

5.1. FUNCIÓN DEL ESPESADOR DE CONCENTRADO

Como ya se citó anteriormente, la función principal de este espesador es el de espesar los concentrados mediante el procedimiento de quitarles parte del agua que contiene, es decir el trabajo de los espesadores es mantener en movimiento las pulpas de concentrado asiéndolos más densos y espesos por la eliminación de cierto porcentaje de agua.

5.2. DOCUMENTOS NECESARIOS PARA LA SUPERVISIÓN

- ✓ Especificaciones Técnicas
- ✓ Procedimientos de trabajo
- ✓ Memoria de Calculo y estudios previos.
- ✓ Planos Estandares.
- ✓ Modelo 3D del espesador.
- ✓ Planos de diseño
 - Planos Generales (Layout)
 - Planos de Movimiento de Tierra.
 - Planos de Drenaje.
 - Planos de Concreto (formas, encofrado y acero de refuerzo).
 - Planos de insertos.
 - Planos de otras disciplinas.
 - Planos vendor.
- ✓ Especificaciones técnicas y manuales de Productos usados.

5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ESPESADOR DE CONCENTRADOS

- ✓ Estructura circular de 60m de radio.
- ✓ Volumen de almacenamiento 1086 m³
- ✓ Túnel de salida de 36m.
- ✓ Revestimiento de sistema de geomembranas para impermeabilizar la estructura.

- ✓ Consta de un apoyo central, sobre este va el contenedor de 60m de diámetro y un túnel de salida.

5.4. SUPERVISIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL ESPESADOR DE CONCENTRADOS

La supervisión se llevó a cabo a lo largo del proceso constructivo con el fin de asegurar la calidad indicada en las especificaciones.

La construcción se inicia luego de la recepción de los trabajos de movimiento de tierras masivo realizado por el contratista (fig. 5.1).

Para la recepción de estos trabajos se verifico lo siguiente.

- ✓ Niveles de excavación según planos de diseño.
- ✓ Taludes de acuerdo a especificaciones y planos de diseño.
- ✓ Material de fundacion adecuado, en caso se encuentre material inadecuado este era reemplazado por el contratista.
- ✓ Realizacion de los ensayos y pruebas necesarios para alcanzar el grado de calidad especificado para el proyecto.



Figura 5.1: Terreno entregado para inicio de los trabajos.

Una vez recepcionado el área de trabajo se inician los trabajos previos al vaciado del concreto. Durante estos trabajos se supervisò lo siguiente:

- ✓ El suelo de fundación del apoyo central debe ser roca maciza y este debe ser recepcionado por el geotécnico del proyecto según se indica en el plano de diseño.
- ✓ Según recomendación del geotécnico se realizó limpieza dental del sello de fundación (fig. 5.2).
- ✓ Se colocó malla alambrada cocada en los taludes para asegurar que no haya desprendimiento de algún escombros sobre el personal que realizara los trabajos en la plataforma inferior.



Figura 5.2: Limpieza del suelo de fundación del apoyo central.

Se encontró daños ocasionados por las lluvias en el sello de fundación del túnel de salida (fig.5.3), para lo cual se realizó lo siguiente:

- ✓ Se retiró el agua acumulada en el sello de fundación mediante bombeo y de manera manual.
- ✓ Se retiró material saturado y se escarifico el terreno para permitir que pierda humedad más rápido.
- ✓ Una vez haya alcanzado una humedad aceptable se reemplaza el material retirado y se vuelve a pasar con el rodillo hasta alcanzar el grado de compactación requerida (fig. 5.4).
- ✓ Se realizaron las pruebas correspondientes para la aceptación del sello de fundación por el geotécnico.



Figura 5.3: Daños causados por la lluvia a suelo de fundación de túnel de salida.



Figura 5.4: Trabajos para mejorar el suelo de fundación de túnel de salida.

Se realizó el vaciado del solado del apoyo central (fig. 5.5) y posteriormente se inicia el armado de acero de refuerzo y del encofrado de la losa inferior del apoyo central (fig. 5.6). En estos trabajos se supervisa lo siguiente:

- ✓ Distribución de acero de refuerzo de acuerdo a planos, traslape y condiciones adecuados.
- ✓ El acero de refuerzo vertical quedara embebido en la losa, por lo cual se debe asegurar estas para evitar algún incidente.
- ✓ Los niveles topográficos según plano de diseño.
- ✓ Los embebidos considerados en el diseño se encuentren ubicados correctamente.
- ✓ Se supervisò que el acero de refuerzo en la losa no interfiera con la proyección de los pernos de anclaje que serán colocados posteriormente al vaciado de los pedestales.
- ✓ Se realicen las juntas de construcción según lo que se especifica en planos de diseño y planos estándares, esto incluye la colocación del sello estanco (Waterstop).



Figura 5. 5: Vaciado completo del solado de apoyo central.

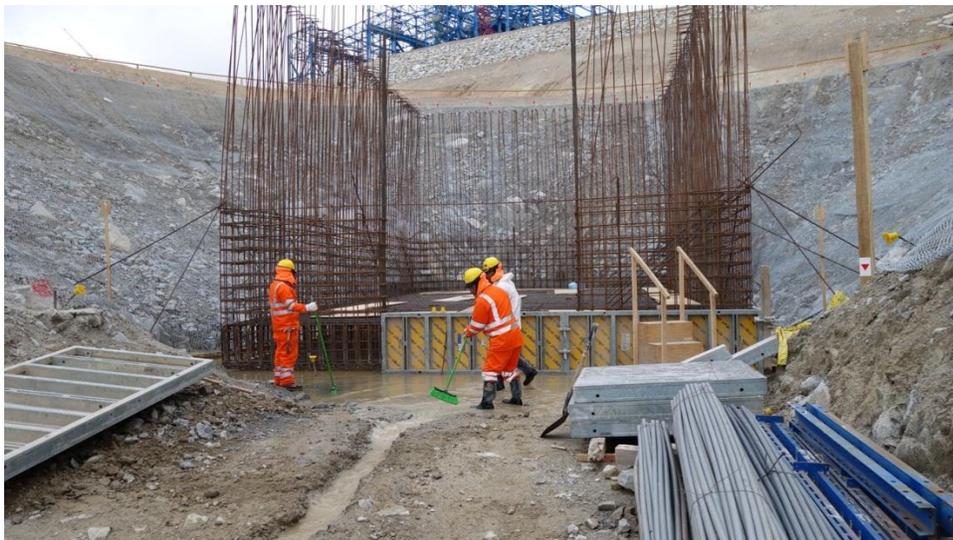


Figura 5.6: Colocación de acero de refuerzo y encofrado para losa interior.

Se realizó el vaciado del solado del túnel de salida (fig. 5.7), inicio de colocación de acero de refuerzo y encofrado de losa inferior de túnel (fig. 5.8), para lo cual se supervisó lo siguiente:

- ✓ Además de las supervisiones de niveles topográficos y correcta colocación de acero de refuerzo se verificará que se realice las juntas de construcción y de dilatación que se indica en los planos de diseño y estándares.
- ✓ Colocación de tuberías embebidas para garantizar el drenaje de agua.



Figura 5. 7: Vaciado de solado de túnel de salida.



Figura 5. 8: Trabajos de apoyo central y túnel de salida simultáneamente.

A continuación, se realizó el armado de acero de refuerzo y encofrado del apoyo central y túnel de salida (fig. 5.9), para estos trabajos se verificó lo siguiente:

- ✓ Instalación y aseguramiento de los embebidos metálicos, estos deben quedar en su posición y a tope del concreto según planos de diseño.
- ✓ Se verificó la altura de vaciado y la velocidad de vaciado del concreto para no exceder presiones admisibles en el encofrado.
- ✓ Se verificó las condiciones de seguridad al largo de estos trabajos por el riesgo de caída a desnivel principalmente.



Figura 5. 9: Armado de acero de refuerzo de los muros del túnel de salida.

Simultáneamente se realizaron los trabajos en la plataforma de armado de acero de refuerzo, encofrado y vaciado de la zapata de los muros perimetrales (fig. 5.10 y fig. 5.13), la construcción de estos muros perimetrales se realizó en tramos

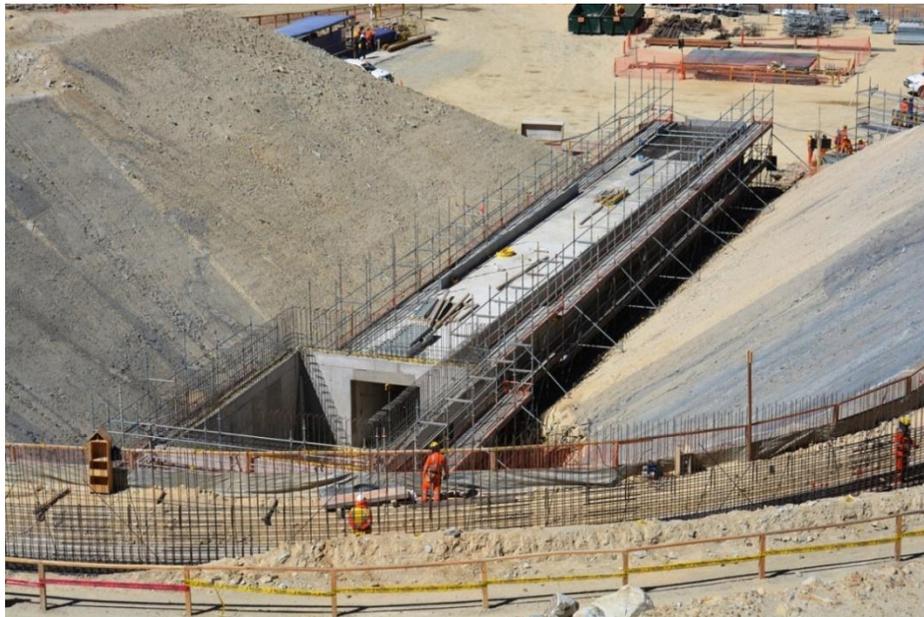


Figura 5.10: Vaciado de zapatas de los muros perimetrales del espesador en plataforma superior.

Luego se iniciaron los trabajos previos al vaciado de la losa superior del apoyo central (fig. 5.11, fig. 5.12 y fig. 5.14), para lo cual por sus características en dimensión y detalles se supervisó lo siguiente.

- ✓ El encofrado inferior tuvo la consideración de una contra flecha, la cual fue determinada por el proveedor del encofrado debido al volumen del concreto que se vació.
- ✓ El acero de refuerzo se instaló teniendo en cuenta no interceptar la gran cantidad de embebidos de la losa.
- ✓ Se verificó la instalación y aseguramiento de los embebidos los cuales fueron: tuberías de HDPE que serán los detectores de fuga del espesador, insertos metálicos tipo plancha en el fondo de la losa, insertos metálicos tipo piping para la captación del concentrado y pernos de anclaje para la posterior instalación del equipo mecánico de rastras.
- ✓ Correcta fijación del encofrado fabricado en obra.
- ✓ Previo al vaciado se consultó con las disciplinas involucradas la tolerancia en posición y cota de los insertos colocados y se verificó la posición de estos durante el vaciado y post vaciado.
- ✓ Se tuvo previsto la colocación de un toldo para evitar daños por posible lluvia, además este mismo toldo sirvió para la generación de microclima para el curado del concreto.
- ✓ Se protegieron los insertos previos al vaciado para evitar daño sobre estas.
- ✓ Durante el vaciado se verificó la velocidad del vaciado y constante vibrado del concreto.
- ✓ Se coordinó la terminación del concreto debido a que esta será luego impermeabilizada con una especie de pinturas para este propósito.



Figura 5.11: Encofrado de la losa superior del apoyo central.



Figura 5.12: Colocación del acero de refuerzo de la losa superior del apoyo central.



Figura 5.13: Vista superior de los trabajos simultáneos en ambas plataformas



Figura 5.14: Armado de encofrado de detalle en losa superior de apoyo central.

Luego de terminados los trabajos en la plataforma inferior y habiendo alcanzado el concreto la resistencia requerida según especificaciones técnicas, se inician los rellenos laterales a la estructura de apoyo central y túnel de salida (fig. 5.15). Para estos trabajos se tienen las siguientes consideraciones.

- ✓ La estructura de concreto debe haber sido resanada y esta debe haber alcanzado el 75% de su resistencia a los 28 días, para lo cual se solicitan los resultados de ensayo a compresión.
- ✓ Se colocaron los materiales que forman parte del sistema de drenaje exterior de la estructura, geotextil, tuberías perforadas y celdas Atlantis (fig. 16).
- ✓ Vaciado de flowfill según se indica en el bosquejo de sistema de drenaje exterior de la estructura.
- ✓ El relleno lateral se realizó con equipo de compactación adecuado con el fin de no ejercer sobrecargas excesivas en la estructura.
- ✓ En todos los sectores vecinos a los muros de sostenimiento u otros cimientos, las capas se redujeron a un máximo de 0.25 m de espesor suelto.
- ✓ Se limitó el nivel de relleno a compactar con equipos de bajo peso estático, no mayor de 500 kg., por lo menos 1 metro sobre la clave del túnel de salida.
- ✓ Se coordinó con el área de piping debido a que una tubería de descarga queda enterrada, para lo cual los trabajos de ambas disciplinas deben complementarse para evitar retrasos.



Figura 5.15: Construcción de los muros perimetrales.



Figura 5.16: Relleno alrededor de apoyo central.

Construcción de los muros perimetrales (fig. 5.17).

- ✓ Se coordinó con OHL (contratista que instaló la geomembrana en el espesador de concentrado) la ubicación exacta de los insertos polylock, los cuales sirvieron para poder soldar y fijar la geomembrana a los muros.
- ✓ Se verificó la colocación y fijación del polylock previo al vaciado de los muros perimetrales, las tiras de polylock se colocaron a tope para el posterior sellado por el contratista.
- ✓ Se supervisó constantemente la seguridad en obra, debido a la proximidad de equipos pesados trabajando en los rellenos.
- ✓ De acuerdo a las especificaciones en los planos se recomienda realizar el vaciado de tramos alternados para minimizar efectos de retracción, sin embargo, esto no se realizó debido a que el proceso constructivo no lo permitió (se debía esperar que se terminen los rellenos para poder vaciar la otra mitad de los muros), esto se coordinó y documentó previamente con los residentes estructurales.
- ✓ Se tuvo especial cuidado en la verificación de la cota y terminación de la cara superior del muro según se especifica en los planos.

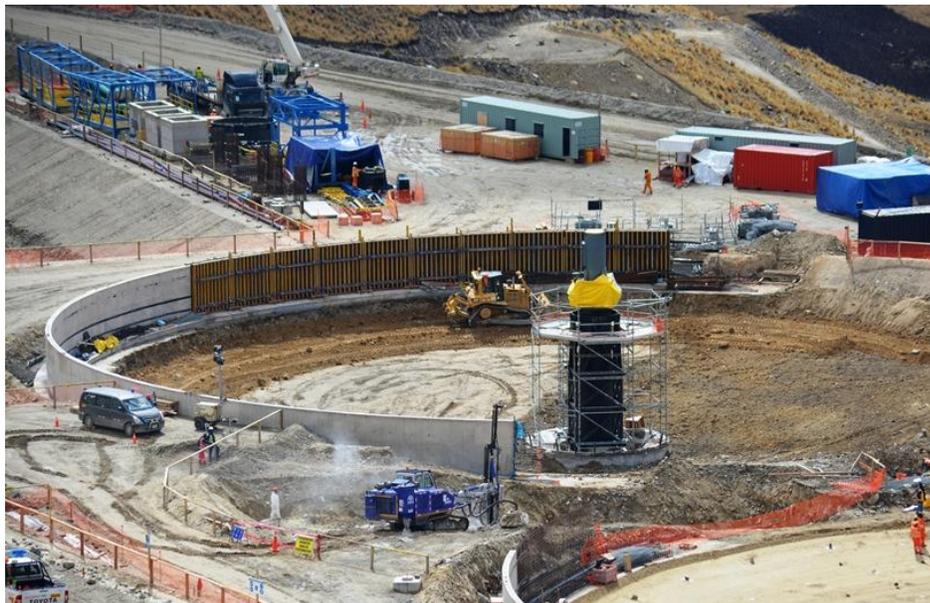


Figura 5.17: Rellenos según especificaciones técnicas hasta alcanzar nivel requerido.

En la siguiente foto (fig. 5.18) se puede observar que se concluyeron los rellenos hasta alcanzar los niveles solicitados. En esta etapa se supervisó lo siguiente:

- ✓ Se realizaron los ensayos y control de calidad durante todos los trabajos de relleno para garantizar que se cumplieron las especificaciones del proyecto.
- ✓ Se solicitó un levantamiento topográfico previo a la construcción de la cama de arena.
- ✓ Una vez terminados los trabajos de relleno hasta este nivel, se continuó con la construcción del muro perimetral.



Figura 5.18: Terminación de los trabajos de relleno.

Se colocó la cama de arena como se puede observar en fig. 5.19.

- ✓ Se debió verificar que la arena utilizada cumplía con las especificaciones que indican los planos; granulometría, limpieza, compactación.
- ✓ Se verificó que los niveles de la cama de arena no sean mayores a las tolerancias que se especifican (1,2 cm. cada 3 metros), para lo cual se solicitó un levantamiento topográfico.

- ✓ Se solicitó la presencia del contratista que realizó los trabajos de impermeabilización, ya que ellos realizarían la recepción de la superficie terminada de apoyo para la geomembrana.



Figura 5.19: Colocación de cama de arena según se indica en planos.

Luego de esto el contratista inicia los trabajos de impermeabilización del espesador, para ello inicia con el tendido de la geomembrana (fig. 5.20), previo a estos trabajos:

- ✓ Se revisaron y aprobaron los planos y documentos emitidos por el contratista previo al inicio de los trabajos, los planos emitidos deben incluir al menos los detalles de uniones, sellos o empalmes entre geomembranas como también el detalle de encuentro entre la geomembrana e insertos de HDPE.
- ✓ El conjunto de impermeabilización consta de un emparedado de geomembranas (de 40 y 80 mils) con geonet al medio que permitirá que el agua pueda fluir por entre ambas geomembranas, y una última capa superior de geotextil que servirá para proteger la geomembrana de los trabajos subsiguientes (fig. 5.22).
- ✓ Se supervisó durante la ejecución de los trabajos, la calidad y certificación de los materiales y equipos usados, así como la calibración de estos en el caso de equipos de pruebas destructivas y no destructivas.

- ✓ Se realizaron pruebas de verificación de la calidad de los trabajos.
- ✓ Finalmente, el contratista presentó un dossier de calidad de estos trabajos, el cual fue aprobado por Bechtel previo a la recepción de los trabajos.



Figura 5.20: Tendido de las geomembranas sobre cama de arena.



Figura 5.21: Soldado de la geomembrana al muro perimetral.



Figura 5.22: El sistema de impermeabilización comprende varias capas de geomembrana.

Se recibió la superficie impermeabilizada para el inicio de la construcción de la losa radier (fig. 5.23), las características de la losa radier son las siguientes:

- ✓ Losa es de 15 cm de espesor, cuya función es de proteger la geomembrana de impermeabilización, proteger la geomembrana de fondo de la fricción que se da al momento del arrastre del material espesado y permitir el tránsito de un bobcat para mantenimiento.
- ✓ El diseño de la losa no contempló acero de refuerzo, se usó fibra de polipropileno como elemento de refuerzo estructural, en este caso se usó fibra ENDURO 600.
- ✓ La pendiente de la losa es de 15.8%.
- ✓ Los planos indican el vaciado en tramos y con juntas de dilatación que incluyen el uso de barras de traspaso o dowells, además lleva juntas de retracción a lo largo de toda su superficie según lo indicado en planos de diseño.

- ✓ La terminación superficial del radier de fondo debía tener una tolerancia total de 2.5 cm. en elevación. Las deformaciones puntuales tendrían una tolerancia de 0.6 cm medidos con regla de 3 metros.



Figura 5.23: Recepción de los trabajos de impermeabilización para inicio de construcción de losa radier.

Se empezaron a realizar los trabajos previos al vaciado de la losa radier (fig. 5.24). Para estos trabajos se tuvo en cuenta lo siguiente.

- ✓ El ingreso al área de trabajo fue restringido para personal con previa capacitación y con uso de cubre calzado de goma para evitar algún daño en la geomembrana.
- ✓ Como contingencia se mantuvo durante los vaciados a personal del contratista para la reparación de algún daño eventual de la geomembrana.
- ✓ Se tuvo especial cuidado en el uso de equipos como los trípodes de topografía y equipos que generen calor, estos no se deben apoyar directamente sobre la lámina o cerca de ella.
- ✓ Se usaron bolsas de arena para la fijación del encofrado sobre la superficie de geomembrana
- ✓ Se supervisaron en todo momento los trabajos previos al vaciado, luego de ello se dio pase al vaciado y se continuo la supervisión durante y post vaciado.



Figura 5.24: Trabajos previos al vertido del concreto de la losa.

Vaciado del concreto de losa radier (fig. 5.25).

- ✓ El vaciado de concreto sobre Geomembrana se realizó cuando la lámina estaba con la máxima contracción. Según el procedimiento específico que se realizó para estos trabajos el vaciado fue ejecutado preferentemente entre las 16:00 horas y las 04:00 horas del día siguiente.
- ✓ Se ajustaron las juntas de dilatación en terreno de modo que no coincida de algún empalme entre geomembranas de HDPE.
- ✓ Se realizaron pruebas previas para determinar la dosificación exacta de la fibra y corregir posibles problemas que se puedan encontrar al momento del vaciado.
- ✓ La dosificación de la fibra se realizó a pie de obra, y se verificara que las especificaciones y recomendaciones del fabricante seas cumplidas.
- ✓ Según pruebas previas y para evitar el revenimiento del concreto se inició el vaciado desde el núcleo hacia los muros perimetrales.
- ✓ Se usaron mantas terminas y curadores químicos para el correcto curado.
- ✓ Una vez endurecido el concreto (lo cual sucedió alrededor de 8 horas después del vaciado, debido a las bajas temperaturas) se realizaron los cortes en la losa

para las juntas de retracción y se sellaron con cordón de respaldo y sikaflex según se indica en plano.



Figura 5.25: Vaciado de concreto de la losa radier.

Una vez concluidos los trabajos de concreto según se observa en fig. 5.26, se realizó trabajos en coordinación con el área mecánica, entre estos se pueden nombrar:

- ✓ Grouteado de la base de la columna central.
- ✓ Sellado con sikaflex de llaves de corte de base de columna central.
- ✓ Colocación de pernos de fijación en muro perimetral para instalación de canaleta de rebose.
- ✓ Relleno lateral exterior a muros perimetrales.



Figura 5.26: Acabado final de obras de concreto en el espesador.



Figura 5.27: Espesadores de concentrado en operación.

5.5. CAMBIOS REALIZADOS EN TERRENO EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL ESPESADOR

Documentos de cambio en terreno (FCD)	Responsabilidad del Ingeniero de Campo en la FCD
<p>Es un documento que se usa para efectuar un cambio en un documento de diseño emitido. Una vez aprobado, este es un documento válido de diseño.</p> <p>La persona que inicie un FCD deberá:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Incluir los requisitos técnicos y los documentos relacionados. ✓ Establecer claramente la existencia de condiciones que muestren por qué es necesario revisar los requisitos de diseño/instalación. ✓ Detallar claramente la nueva configuración propuesta usando un dibujo y/o fotografías, si corresponde. 	<p>El Ingeniero de Campo es responsable de lo siguiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Garantizar que cualquier FCD que se origine esté preciso y completo y que sea aprobado según corresponda. ✓ Garantizar que cualquier adjunto necesario sea legible y contenga toda la información necesaria para que se evalúe debidamente. ✓ Generar FCD preautorizados de manera oportuna. ✓ Garantizar que se revisen y aprueben todas las FCD, según corresponda.

5.5.1. Cambió del relleno estructural por relleno masivo controlado.

Requerimientos Técnicos. De acuerdo de planos de movimiento de tierra el relleno luego de la construcción del túnel y apoyo central deberá ser estructural hasta alcanzar los niveles de fundación de losa y muros perimetrales.

Condiciones Existentes. Se encontró que el material utilizado por el contratista fue relleno masivo controlado para la conformación de la plataforma para inicio de los trabajos como se observa en la fig. 01. Y este fue recepcionado y aceptado por el geotécnico del proyecto.

Recomendación. Se recomendó realizar el relleno alrededor y sobre el túnel y apoyo central usando relleno masivo controlado tal cual lo hizo el contratista, la

justificación técnica que se dio fue que de esta manera no existirá diferencia de rigideces bajo los muros perimetrales y espesador, se adjunta al documento de cambio de diseño el siguiente sketch (fig. 5.28).

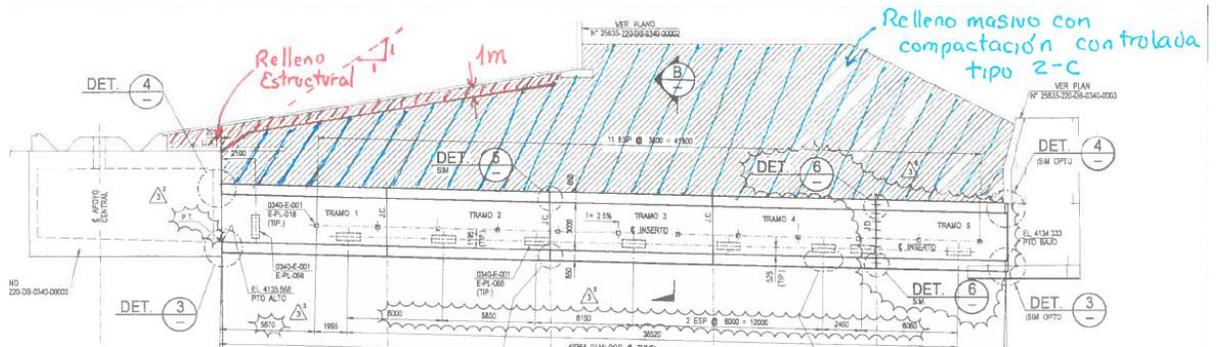
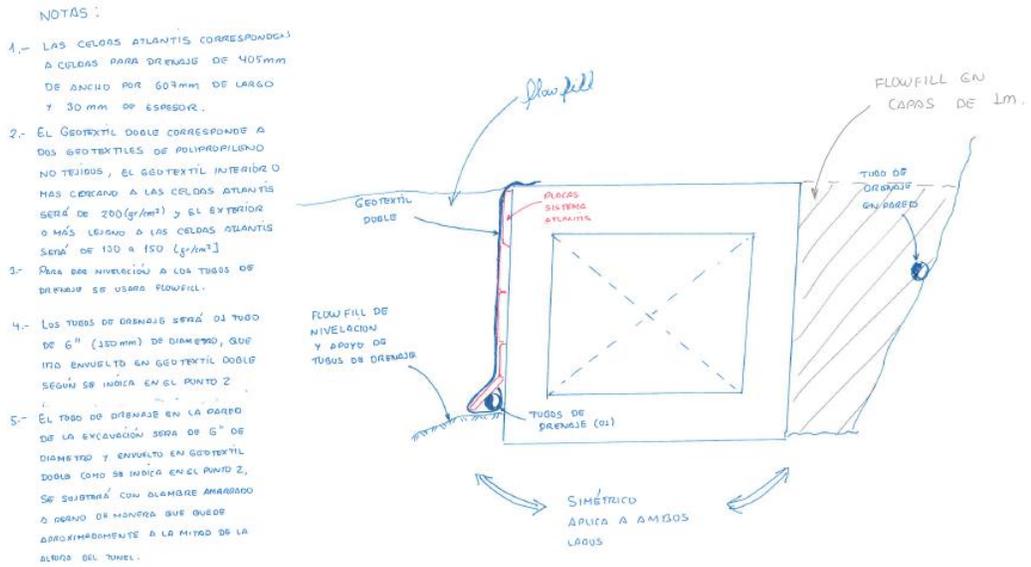


Figura 5.28: Sketch de propuesta de cambio de material de relleno.

5.5.2. Cambio de drenaje exterior del espesador.

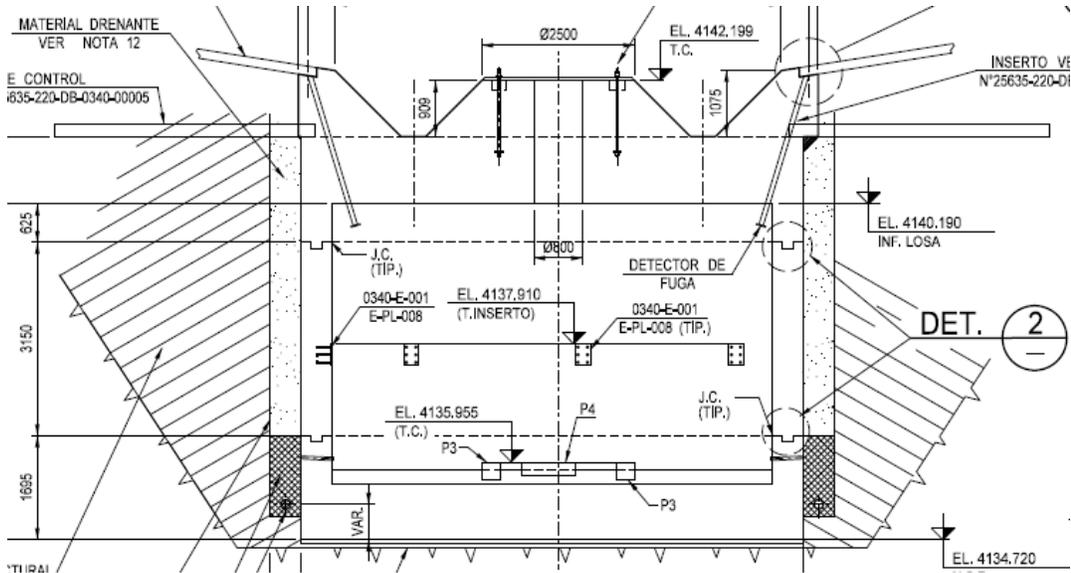
Requerimientos Técnicos. De acuerdo a planos se tiene el sistema de drenaje para el túnel y apoyo central que prevee el uso de material drenante y relleno estructural.

Recomendación. Se propone usar un sistema de drenaje utilizando Celdas Atlantis, Geotextil y Relleno con Flowfill y reemplazar el considerado en los planos de diseño. Este sistema fue utilizado en el área 0240 y aprobado mediante FCD 25635-320-CDV-0240-00001, este sistema permite terminar los trabajos en menor tiempo que el sistema actualmente considerando en los planos de diseño. Ver detalles en archivo adjunto.



5.5.3. Eliminación de la losa de control indicada en planos de diseño

En los planos de diseño se encuentra la losa de control, que es adyacente a los muros del apoyo central y cuya función es controlar los asentamientos en esta zona, debido a una posible deficiencia de compactación del relleno en esta zona.



En terreno por facilidad constructiva se cuestionó la necesidad de la construcción de esta losa de control, por lo cual se hizo la consulta a HO sobre su necesidad. Se recomienda la eliminación en el diseño de esta losa de control. Por lo que se aumentó el número de juntas en la losa radier del espesador.

Se solicitó el aumento de numero de juntas en la losa radier de espesador de 4 a 8 para un mejor control del proceso constructivo. Las juntas de dilatación adicional tendrán las mismas características que las ya consideradas.

5.6. CONTROL DE NO CONFORMIDADES

No Conformidad

Es una deficiencia en las características, documentación o procedimiento, que hace que la calidad de un ítem o actividad se vuelva inaceptable o imprecisa.

Informe de No Conformidad (NCR)	Responsabilidades del Ingeniero de Campo ante el NCR	Disposición tras el NCR
<p>Es un informe que define y documenta una no conformidad y proporciona la disposición y documentación de la resolución.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluar no conformidades específicas e ingresar las disposiciones recomendadas al NCR. ✓ Interactuar con Ingeniería/proveedores para resolver las no conformidades. ✓ Monitorear el término de las disposiciones de reparación, retrabajo y rechazo. ✓ Realizar inspecciones finales y cerrar los NCR. <p>Cualquier persona relacionada con el proyecto que identifique un ítem no conforme deberá preparar el NCR como se muestra en el formato. El NCR deberá escribirse en función del o los ítems permanentes de la planta en cuestión y deberá hacer referencia a los documentos de diseño que se han transgredido, las razones por las que la condición existente es de no conformidad, y a la disposición recomendada. Los ítems no conformes incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Items permanentes de planta que son no 	<p>Reparar El proceso de restaurar una característica de no conformidad para que funcione bajo una condición segura y confiable, aun cuando dicho ítem todavía no cumpla con el requisito original.</p> <p>Retrabajar El proceso mediante el cual se logra que un ítem cumpla con los requisitos originales, ya sea por término o por corrección.</p> <p>Rechazar El proceso de eliminar un</p>

	<p>conformes o imprecisos y que no se pueden completar o retrabajar antes de la aceptación final.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ítems permanentes de planta que están terminados y aceptados y que posteriormente se descubre que son no conformes o imprecisos. ✓ Documentación que convierte a un ítem permanente en un ítem no conforme. ✓ Violaciones a los procedimientos que convierten a un ítem permanente en un ítem deficiente o indeterminado. ✓ Temas de trazabilidad de material incluyendo tipo, identificación, o calidad del material. 	<p>ítem no conforme de su uso previsto. Los ítems rechazados se pueden desechar, destruir o degradar cuando el ítem degradado se pueda identificar y controlar claramente.</p> <p>Usar-Como-Está</p> <p>Una disposición permitida para un ítem no conforme cuando se ha establecido que el ítem está en condiciones satisfactorias para su uso previsto.</p>
--	---	---

5.7. PROBLEMAS ENCONTRADOS EN TERRENO EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL ESPESADOR DE CONCENTRADOS

Los problemas más incidentes encontrados en la construcción fueron los siguientes:

Llegada a destiempo de materiales.

La naturaleza del proyecto (fast track) influía en la programación de las actividades, razón por la cual los materiales necesarios para la construcción a veces no se encontraban disponibles en terreno. Por lo cual en el caso de acero de refuerzo se solicitó una cantidad considerable para su uso en este tipo de contingencias, en el caso de otros materiales se solicitó prestamos de otros frentes e incluso se realizó la fabricación en terreno según planos y especificaciones, este es el caso de insertos.

Incompatibilidad de planos.

Cuando se encontraban incompatibilidades o falta de información en los planos, dependiendo del caso, estos eran resueltos en terreno o se elevaba la consulta a los diseñadores (Los casos más comunes eran, falta de cotas o de medidas indicadas

en los planos). Esta era una de las funciones de ingeniero de terreno, ser una interface entre la parte constructiva y el diseño.

Incumplimiento de especificaciones técnicas del proyecto

Una de las funciones principales fue la de velar por el cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto, por motivos de cumplir los plazos provistos de desconocimiento a veces estos no eran cumplidos, los incumplimientos más comunes eran.

- ✓ Limpieza y compactación de sellos de fundación.
- ✓ Recubrimiento necesario en el concreto y que los dados usados para este propósito sean de la misma resistencia del concreto a vaciar.
- ✓ Instalación de protección en caso de lluvias durante el vaciado.
- ✓ Instalación de protección de las estructuras para un correcto curado (microclima).

Cambios realizados en terreno.

Los cambios realizados en el terreno debían ser formalizados y aprobados por el personal autorizado, luego de ello debía ser comunicado y difundido hacia el personal involucrado y si aplicase ser incluido en una nueva revisión del plano.

Sin embargo, por la envergadura del proyecto y la cantidad de personal que trabajaba, a veces el personal de construcción no se daba por enterada del cambio realizado.

Problemas de constructabilidad.

La secuencia constructiva indicada en los planos o en la programación inicial de construcción muchas veces no se pudo respetar por los siguientes motivos:

- ✓ Falta de liberación del área donde se emplaza parte de la estructura.
- ✓ Falta de diseño de determinada estructura, por cambios en el layout del proyecto.
- ✓ Retrasos en la llegada de material o equipo necesario en la construcción.

- ✓ Interferencia con las actividades de otras disciplinas, por ejemplo; planes de izaje mecánico, instalación de tuberías subterráneas, energización de algún equipo, etc.
- ✓ Problemas o conflictos sociales.

Interferencias encontradas con otras disciplinas.

Las obras civiles que se emplazan en una planta concentradora en la mayoría de los casos tienen relación o sirven para la instalación posterior de un equipo eléctrico o mecánico, por lo cual era común encontrar discrepancias entre los planos de la disciplina civil con el de otras disciplinas, las cuales se basan en los planos de los suministradores de los equipos.

- ✓ Interferencia de fundaciones con instalaciones temporales instaladas.
- ✓ Drenajes de equipos no previstos en planos civiles.
- ✓ Protección catódica de tanques no prevista en planos civiles.
- ✓ Ubicación y diámetros de pernos embebidos en las bases de equipos. (Cambio de suministrador de equipo y que no se realizó cambio en plano)
- ✓ Interferencia de fundaciones civiles con obras de drenaje de agua pluvial, los cuales se indica deben ubicarse en terreno.

Uso de planos desactualizados. Debido a que el diseño aún se realizaba mientras ya se había dado inicio a la construcción, los planos de diseño eran constantemente actualizados, por lo cual era imperante la distribución y comunicación a todas las partes involucradas la actualización del diseño, se realizaban constantemente auditorías internas para verificar el uso de planos actualizados.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES:

- ✓ La supervisión de los trabajos de concreto y movimiento de tierras en el proyecto Las Bambas fue vital para garantizar la calidad de la obra y disminuir deficiencias en la construcción.
- ✓ Las funciones del Ingeniero de campo en el proyecto Las Bambas no se limitaron a la supervisión técnica, el ingeniero de campo se encargó también de garantizar la provisión oportuna de los materiales necesarios para la construcción, además de velar por que los trabajos se realicen de manera segura.
- ✓ El BIM fue una herramienta importante en el proyecto Las Bambas, permitió una integración de todas las disciplinas e identificar posibles deficiencias en el diseño con anticipación.
- ✓ La construcción del espesador de concentrado nos permitió observar la aplicación de las funciones del supervisor que se describieron, la supervisión antes, durante y después de la construcción fue muy importante para la buena ejecución.
- ✓ En la construcción del espesador de concentrado se hizo evidente que es importante que todo el personal de supervisión y de campo conozca al detalle las especificaciones técnicas, los planos y procedimientos aplicables al proyecto, así como tener una constante supervisión que asegure se cumplan las especificaciones técnicas y de seguridad del proyecto.
- ✓ El factor humano fue importante durante la construcción del espesador de concentrado, por ello fue importante que tanto supervisores como la línea de mando se involucren activamente en la seguridad en el proyecto, realizando los controles oportunos y que permitan garantizar el trabajo seguro en el proyecto.

6.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Que la supervisión sea de manera oportuna, anticipando las posibles deficiencias y asegurando que el personal de construcción tenga conocimiento de lo necesario (planos, especificaciones, cambios realizados, etc.) para evitar retrabajos.

- ✓ Que los profesionales encargados de la supervisión tengan experiencia previa en construcción o que estén inicialmente bajo la tutoría de alguien de mayor experiencia, esto permitirá que la supervisión sea más eficiente y exacta.

- ✓ Realizar auditorías internas constantes para asegurarse que los planos usados en campo sean los actualizados y promover la capacitación constante del personal.

- ✓ El modelo 3D debe actualizarse con mayor frecuencia debido al cambio constante del diseño.

- ✓ Poner en conocimiento a todo el personal de construcción de las especificaciones de los materiales usados y que no sean de uso común, es importante que todos estén capacitados para hacer un correcto uso de este.

- ✓ Llevar un registro de puntos a completar para el término de la construcción y hacer el seguimiento a culminar con estos puntos, existen lugares a los cuales será más difícil acceder a terminar lo pendiente una vez se inicien la prueba y energización de la planta, tener en cuenta que la obra se entregara al cliente que es el usuario final y debe dar conformidad previa a su recepción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

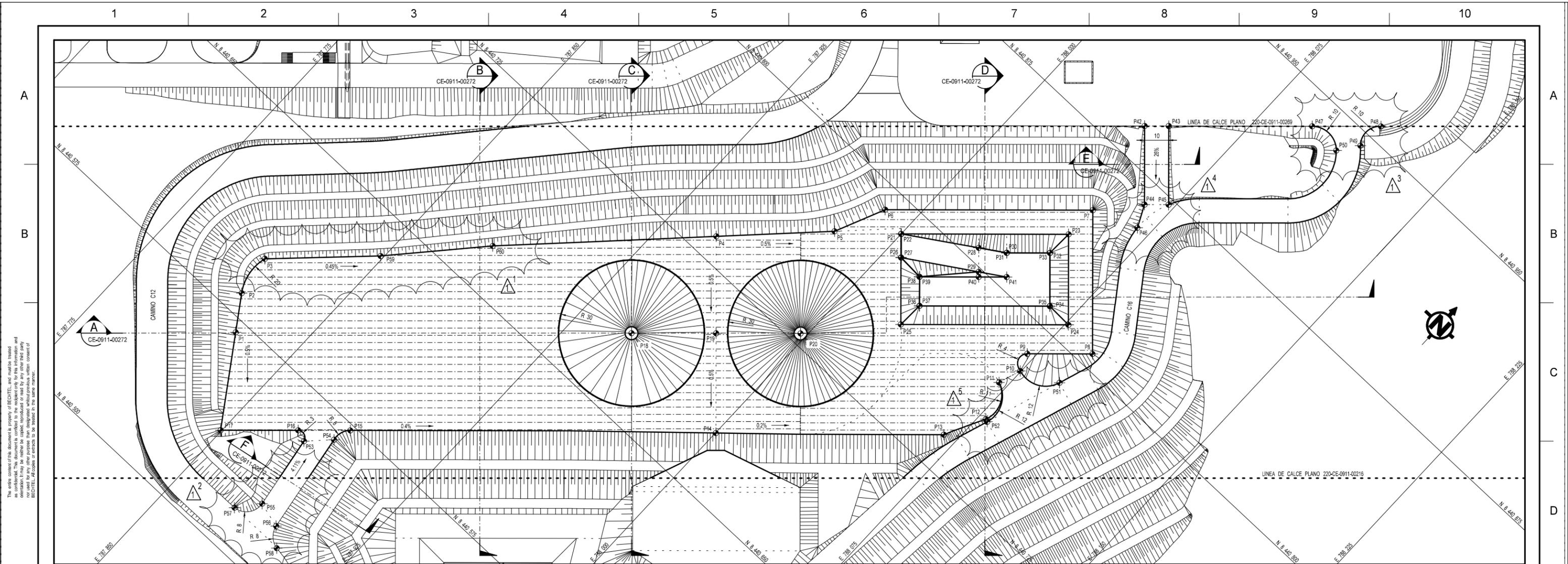
- ✓ Mojica A. A 2012, Implementación de las Metodologías BIM como Herramienta Para la Planificación y Control del Proceso Constructivo. 2012
- ✓ Bechtel Corporation, Civil Architectural Field Inspection Guideline, 2012
- ✓ Bravo Galvez A. C. Manual de Espesamiento y Filtrado de Concentrados, Minera los Quenuales S.A.
- ✓ Instituto de la Construcción y Gerencia, Supervisión de Obras, 5ta Edición
- ✓ Instituto de la Construcción y Gerencia, Reglamento Nacional de Edificaciones, Versión 4.1
- ✓ Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Minero Las Bambas, Golder Associates, 2010

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMATICA	PROBLEMA	IMPORTANCIA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES
Gran parte de los problemas en las construcciones, tanto desde el punto de vista técnico como de la seguridad, no provienen del diseño, ni de los materiales sino principalmente de la ejecución, las deficiencias constructivas o mala calidad del producto son los principales.	El correcto proceso de supervisión de las obras de ingeniería civil en el proyecto Las Bambas ayudara a mejorar la calidad y disminuir las deficiencias en la construcción.	La supervisión de la obra puede ser un factor determinante tanto para el éxito, como para el fracaso de un proyecto, por lo que la importancia de ésta radica en garantizar la calidad de los trabajos de construcción, aplicando procedimientos de control y herramientas técnicas adecuadas.	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Describir el Proceso de Supervisión de obras civiles en el proyecto minero "Las Bambas" 2012 - 2015</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Dar a conocer las funciones de supervisión del Ingeniero de campo en las obras de concreto y movimiento de tierras del proyecto minero "Las Bambas" 2012 – 2015, partiendo de las necesidades concretas y fundamentales del proyecto.</p> <p>Mencionar la importancia del BIM (Building Information Modeling) como instrumento de ayuda en el proceso de supervisión del ingeniero de campo en las obras civiles del proyecto minero "Las Bambas" 2012 - 2015.</p> <p>Describir el proceso constructivo del espesador de concentrado y detallar las funciones de supervisión desarrolladas por el ingeniero de campo antes, durante y al término de esta construcción.</p>	<p>FACTOR HUMANO</p> <p>MATERIALES</p> <p>DOCUMENTOS DE DISEÑO</p>	<p>Protocolos de calidad.</p> <p>Reportes de no conformidad</p> <p>Reportes de campo</p> <p>Reportes de incidentes.</p> <p>Programación de Obra</p> <p>FMRs (Requisición de Materiales en campo)</p> <p>Informe de Control Documentario</p> <p>FCDs (Cambios de diseño en terreno)</p>

PLANOS



CUADRO DE CUBICACIONES (m3) - PLANO 25635-220-CE-0911-00271

EXCAVACIONES	ESCARPE	MASIVA EN SUELO COMUN	MASIVA EN SUELO RIPEABLE	MASIVA EN ROCA	ESTRUCTURAL
	6 355	62 435	19 550	10 600	-
RELLENOS	MASIVO GENERAL COMPACTACION CONTROLADA MATERIAL EMPRESTITO	MASIVO GENERAL COMPACTACION CONTROLADA MATERIAL LOCAL	MASIVO SIN COMPACTACION CONTROLADA	MASIVO MATERIAL ROCCOSO MINA	ESTRUCTURAL
	-	80 040	-	-	70 100

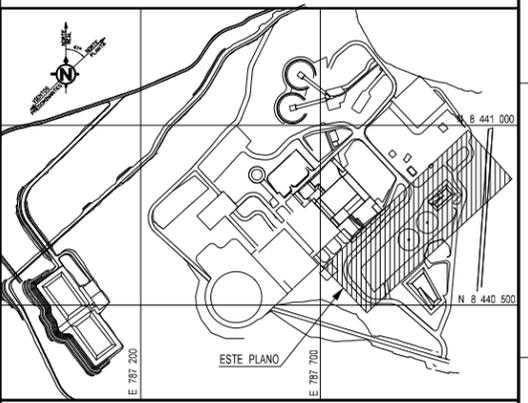
CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION	PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
P1	8 440 570.019	787 826.496	4 148.340	P16	8 440 558.125	787 873.097	4 148.015	P31	8 440 812.164	788 037.270	4 142.400
P2	8 440 587.633	787 877.262	4 148.490	P17	8 440 536.239	787 849.576	4 148.140	P32	8 440 824.370	788 050.360	4 143.655
P3	8 440 600.449	787 814.565	4 148.540	P18	8 440 681.760	787 946.455	4 141.250	P33	8 440 824.356	788 050.360	4 142.150
P4	8 440 654.954	787 664.757	4 147.740	P19	8 440 705.648	787 972.072	4 147.540	P34	8 440 808.268	788 065.348	4 143.655
P5	8 440 769.946	787 979.084	4 147.490	P20	8 440 725.500	787 997.650	4 141.250	P35	8 440 808.268	788 065.348	4 142.150
P6	8 440 790.792	787 988.306	4 147.350	P21	8 440 787.967	787 999.946	4 147.350	P36	8 440 771.478	788 025.824	4 143.655
P7	8 440 849.396	788 051.246	4 147.350	P22	8 440 788.022	788 000.032	4 147.100	P37	8 440 771.493	788 025.824	4 142.950
P8	8 440 805.914	788 091.733	4 147.350	P23	8 440 835.255	788 050.749	4 147.350	P38	8 440 780.254	788 017.653	4 143.655
P9	8 440 787.512	788 071.963	4 147.350	P24	8 440 807.883	788 076.236	4 147.350	P39	8 440 780.251	788 017.654	4 142.950
P10	8 440 780.357	788 074.666	4 147.350	P25	8 440 780.587	788 025.440	4 147.350	P40	8 440 796.930	788 035.577	4 142.577
P11	8 440 770.674	788 071.521	4 147.350	P26	8 440 780.825	788 006.596	4 147.350	P41	8 440 804.848	788 044.081	4 142.400
P12	8 440 756.082	788 077.849	4 147.200	P27	8 440 780.880	788 006.682	4 147.100	P42	8 440 889.453	788 043.160	4 164.800
P13	8 440 739.501	788 069.576	4 147.200	P28	8 440 805.744	788 027.368	4 143.650	P43	8 440 886.275	788 050.476	4 164.800
P14	8 440 875.491	788 000.157	4 147.340	P29	8 440 788.474	788 034.136	4 143.650	P44	8 440 886.275	788 050.476	4 164.800
P15	8 440 572.831	787 888.851	4 147.932	P30	8 440 812.164	788 037.251	4 143.650	P45	8 440 872.503	788 072.611	4 156.457

PLANTA ESCALA 1:750

NOTAS

- DIMENSIONES, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METROS
- ELEVACIONES REFERIDAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR
- SISTEMA DE ORIENTACION GEOGRAFICA UTM HUSO 18 SUR DATUM WGS 84
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON PLANO N° 25635-220-CE-0911-00272 Y 00273
- PARA CRITERIOS DE DISEÑO VER DOCUMENTO N° 25635-220-3PS-CE-0001
- PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA MASIVOS VER ESPECIFICACIONES TECNICAS N° 25635-220-3PS-CE-0001-0001
- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° 25635-220-CO-0000-0001
- LAS ELEVACIONES DE LAS PLATAFORMAS IDENTIFICADAS CON FINISH GRADE, CORRESPONDEN A COTA DE SUBRASANTE CONSIDERAR FINISH GRADE e=0,30 m. EN LA CUBICACION SE HAN TOMADO LAS SIGUIENTES CONSIDERACIONES
 - 0 A 0,5 METROS ESCARPE
 - 0,5 A 4,5 METROS SUELO
 - 4,5 A 7,0 METROS RIPEABLE
 - MAS DE 7,0 METROS SELLO DE EXCAVACION ROCA
 ESTE CRITERIO DEBERA SER VERIFICADO EN TERRENO POR EL CONSULTOR GEOTECNICO DE XSTRATA PITEAU
- LOS TALUDES DE CORTE SON REFERENCIALES Y ESTAN BASADOS EN RECOMENDACIONES GENERALES DEL INFORME DE "CARACTERIZACION GEOTECNICA MATERIALES DE FUNDACION VOLUMEN I N° XST10026-REP-GT-002"
- ESTOS TALUDES DEBERAN SER INSPECCIONADOS Y APROBADOS EN TERRENO DURANTE SU EJECUCION POR EL CONSULTOR GEOTECNICO DE XSTRATA PITEAU QUIEN DEBERA DEFINIR SU INCLINACION DEFINITIVA Y/O REFUERZO NECESARIO UNA VEZ QUE ESTE EXPUERTO EL CORTE.
- PARA ESTA AREA SE TOMO COMO BASE LA TOPOGRAFIA DEL PLANO AS-BUILT 21 DE MARZO DE 2013
- LOS TALUDES DE RELLENO ESTAN BASADOS EN LA RECOMENDACION GEOTECNICA BECHTEL INCLINACION 1:1H : 1V CON BERMIA DE 4,0 METROS CADA 8 METROS EN ALTURA
- LOS TALUDES DE RELLENO DEBERAN SER CONSTRUIDOS CON UN SOLO TIPO DE MATERIAL DENTRO DE LOS INDICADOS EN LA ESPECIFICACION TECNICA PARA MOVIMIENTO DE TIERRA MASIVO N° 25635-220-3PS-CE-0001-0001 ESTO ES TIPO 1, TIPO 2-A, TIPO 2-B, TIPO 2-C, TIPO 3 O TIPO 4
- LA COLOCACION EQUIPOS DE COMPACTACION, CONTROL DE CALIDAD Y CONTROL DE COMPACTACION DE LOS MATERIALES UTILIZADOS PARA RELLENOS SE DEBERA REALIZAR SEGUN SE INDICA EN LA ESPECIFICACION TECNICA PARA MOVIMIENTO DE TIERRA MASIVO N° 25635-220-3PS-CE-0001-0001
- LA ESTABILIDAD DE LA CONFIGURACION GEOMETRICA INDICADA EN LOS PLANOS CONSIDERA QUE LOS SUELOS DE FUNDACION CORRESPONDEN A SUELOS COMPETENTES (ARENAS Y GRAVAS DE COMPACTACION MEDIA A ALTA Y/O ROCAS FRACTURADAS DE BUENA CALIDAD GEOTECNICA) QUE TIENEN UN DRENAJE SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL CON SUS CORRESPONDIENTES OBRAS DE EVACUACION FUERA DE LAS AREAS COMPROMETIDAS. TODOS LOS SUELOS DE FUNDACION DE MALA CALIDAD GEOTECNICA DEBERAN SER REMPLAZADOS POR ALGUNO DE LOS TIPOS DE MATERIALES ANTES INDICADOS A EXCEPCION DEL TIPO 3
- ESTE PLANO HA SIDO EXTRAIDO DEL MODELO 0340c201
- LOS VOLUMENES DE EXCAVACION Y RELLENO TIENEN CONSIDERADO LOS VOLUMENES REMOVIDOS SEGUN INFORMACION DE TERRENO AS-BUILT 21 DE MARZO DE 2013
- PARA FORTIFICACION DE TALUDES VER INFORME CARACTERIZACION GEOTECNICA MATERIALES DE FUNDACION VOLUMEN I N° XST10026-REP-GT-002
- LA PROTECCION DE TALUD SE DEFINIRA EN TERRENO DE ACUERDO A LO INDICADO POR EL INGENIERO GEOTECNICO RESIDENTE EN LA OBRA
- PARA EL SANEAMIENTO DE LAS PLATAFORMAS VER PLANO GENERAL N° 25635-220-CO-0922-00002
- EN LOS SECTORES DE BOFEDAL SE DEBE CONSIDERAR EL RETIRO COMPLETO DE ESTE MATERIAL
- PREVIO A LA COLOCACION Y COMPACTACION DEL TERRAPLEN, SE DEBERA REEMPLAZAR TODO EL MATERIAL NO APROPIADO COMO SELLO DE FUNDACION DE LOS RELLENOS DE ACUERDO A LO INDICADO EN INFORME DE MMH XST10026-REP-GT-002 Y REEMPLAZARLO POR ALGUNOS DE LOS MATERIALES DE RELLENO SEÑALADOS EN LA ESPECIFICACION TECNICA 25635-220-3PS-CE-0001-0001 A EXCEPCION DEL TIPO 3.
- PARA GARANTIZAR QUE EL NIVEL FREATICO REFERIRSE A LAS RECOMENDACIONES INDICADAS EN EL INFORME "CARACTERIZACION GEOTECNICA MATERIALES DE FUNDACION VOLUMEN I N° XST10026-REP-GT-002" PREVIA APROBACION POR PARTE DEL INGENIERO GEOTECNICO RESIDENTE EN LA OBRA.
- PARA EL SANEAMIENTO DE LAS PLATAFORMAS VER PLANO GENERAL N° 25635-220-CO-0922-00002
- EN LOS SECTORES DE BOFEDAL SE DEBE CONSIDERAR EL RETIRO COMPLETO DE ESTE MATERIAL
- PREVIO A LA COLOCACION Y COMPACTACION DEL TERRAPLEN, SE DEBERA REEMPLAZAR TODO EL MATERIAL NO APROPIADO COMO SELLO DE FUNDACION DE LOS RELLENOS DE ACUERDO A LO INDICADO EN INFORME DE MMH XST10026-REP-GT-002 Y REEMPLAZARLO POR ALGUNOS DE LOS MATERIALES DE RELLENO SEÑALADOS EN LA ESPECIFICACION TECNICA 25635-220-3PS-CE-0001-0001 A EXCEPCION DEL TIPO 3.
- PARA GARANTIZAR QUE EL NIVEL FREATICO NO SE ELEVE POR SOBRE EL NIVEL DE TERRENO NATURAL HACIA EL RELLENO AFECTANDO SU ESTABILIDAD SE DEBERA CONSIDERAR COLOCAR UN SUBDREN SOBRE EL TERRENO DE FUNDACION BAJO TODO EL TERRAPLEN DE ACUERDO AL DETALLE 3 INDICADO EN PLANO N° 25635-220-CE-0911-00272, CON EL SIGUIENTE CRITERIO:
 - EL NIVEL DEL NIVEL FREATICO REFERIRSE A LAS RECOMENDACIONES INDICADAS EN EL INFORME "CARACTERIZACION GEOTECNICA MATERIALES DE FUNDACION VOLUMEN I N° XST10026-REP-GT-002" PREVIA APROBACION POR PARTE DEL INGENIERO GEOTECNICO RESIDENTE EN LA OBRA.
 - EL SUBDREN DEBERA ESTAR COMPUESTO POR UN MATERIAL QUE CUMPLA LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:
 - EL TAMAÑO MAXIMO DEL MATERIAL DEBERA SER EL ESPESOR DE LA CAPA COMPACTADA Y NO SUPERIOR A 1,0M
 - EL PORCENTAJE EN PESO SECO DE MATERIAL QUE PASE LA MALLA #20 (1,19MM) DEBERA SER MENOR O IGUAL AL 15%
 - EL PORCENTAJE EN PESO SECO DE MATERIAL QUE PASE LA MALLA #200 (0,075MM) DEBERA SER MENOR O IGUAL AL 10%
 - SU ESPESOR SOBRE EL NIVEL DE TERRENO DE FUNDACION DEBERA SER DE MINIMO 0,50M DE ESPESOR COMPACTADO
 - DEBERA COLOCARSE UN GEOTEXTIL NO TEJIDO DE POLIPROPILENO COMO MATERIAL DE SEPARACION ENTRE EL MATERIAL DRENANTE Y EL MATERIAL DE RELLENO ESTE DEBERA SER DE UNA RESISTENCIA ADECUADA QUE NO PERMITA SU PUNZONAMIENTO DURANTE LA COLOCACION Y COMPACTACION DEL MATERIAL SOBRE ESTE.



Rev	FECHA	REVISION	POR	CHEQ	SUPV	ING	PROY	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
1	03-JUL-13	MODIFICA LO INDICADO - RASANTE CAMINOS C12	MGT	EGK	AEL	VMV				
0	25-ABR-13	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	MGT	EGK	AEL	VMV				
0	09-ABR-13	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	MGT	EGK	ISV	VMV				

EN CASO DE UTILIZARSE MATERIAL TIPO 3 PARA RELLENO, SE DEBERA COLOCAR AL MENOS 2M DE MATERIAL TIPO 1, TIPO 2-A, TIPO 2-B O TIPO 4 EN LAS ZONAS QUE HAYAN PRESENTADO O PUEDAN PRESENTAR AFLORAMIENTO SUPERFICIAL DE AGUA EN ALGUNA EPOCA DEL AÑO.

TODOS LOS TALUDES DEBERAN CONTEMPLAR CONTRAFOSOS REVESTIDOS EN SU PARTE SUPERIOR ASI COMO EN LAS BERMIA INTERMEDIAS LAS QUE DEBERAN TENER UNA CONTRA-PENDIENTE HACIA EL TALUD Y UNA PENDIENTE LONGITUDINAL ADECUADA PARA EVACUAR LAS AGUAS LUVIAS SEGUN LOS PLANOS DE DISEÑO RESPECTIVOS. ADEMAS DEBERA CONTAR CON UN SISTEMA DE COLECCION Y EVACUACION DE ESTAS AGUAS HACIA AREAS LATERALES QUEBRADAS O ALCANTARILLAS ALEJANDO ESTAS AGUAS DE LOS TALUDES Y RELLENOS.

ANTE LA PRESENCIA DE CONDICIONES GEOTECNICAS PARTICULARES DISTINTAS A LAS INDICADAS EN EL INFORME GEOTECNICO XST10026-REP-GT-02 DE MMH DEBERA CONSULTARSE INMEDIATAMENTE AL INGENIERO GEOTECNICO DEL PROYECTO PARA LA EVALUACION Y PROPUESTA DE UNA SOLUCION DEFINITIVA DISTINTA A LA INDICADA.

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION: XSTRATA, INGENIERIA

FECHA: []

ESCALA: 1:750

INGENIERO: M. GARIBO

PROYECTO: []

FECHA: []

INGENIERO: W. MATA

PROYECTO: []

INGENIERO: T. MULKEY

PROYECTO: []

PROYECTO LAS BAMBAS

XSTRATA BECHTEL ALLIANCE

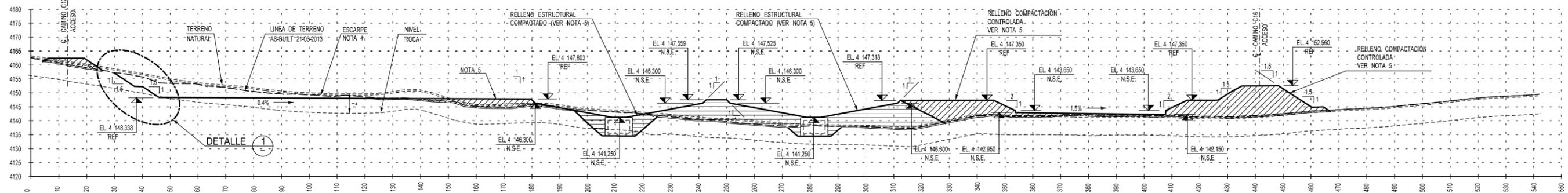
ESPESADORES DE CONCENTRADO (FAC. 0340)

NIVELES DE PLATAFORMA

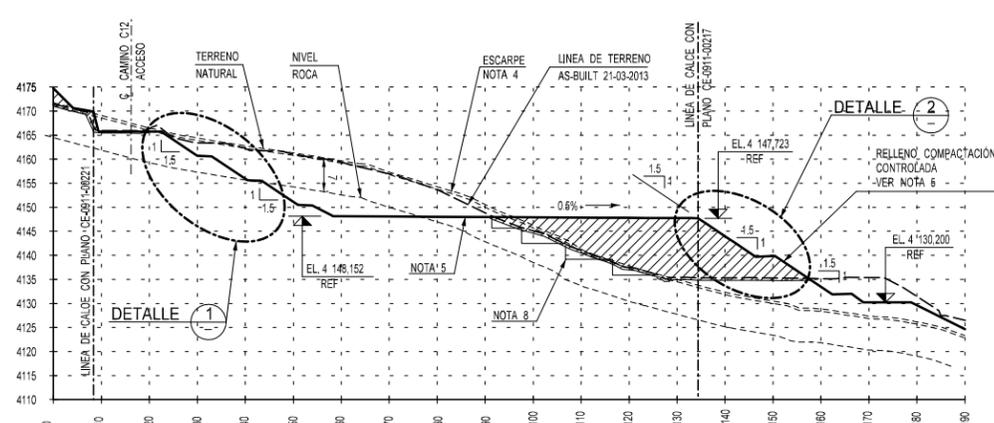
MOVIMIENTOS DE TIERRA - PLANTA

PLANO CLIENTE N° []

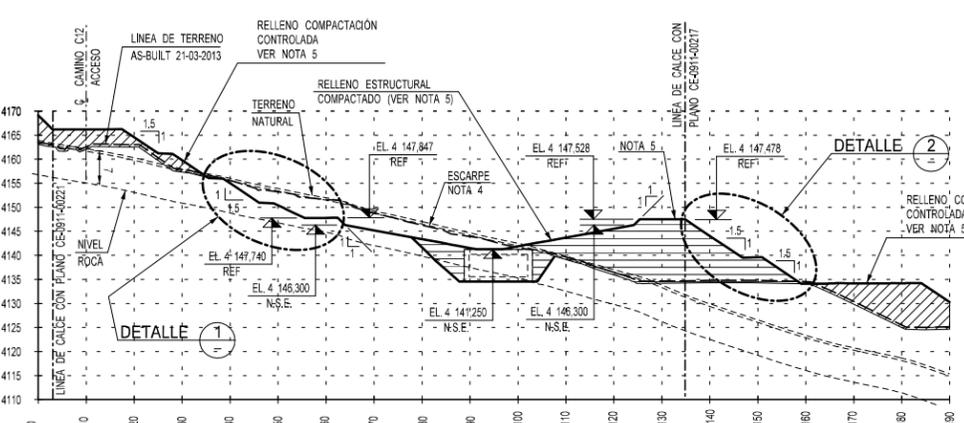
This entire document is the property of BECHTEL and its related entities. It may be neither be copied, reproduced or used by any other third party without the prior written consent of BECHTEL. All rights reserved.



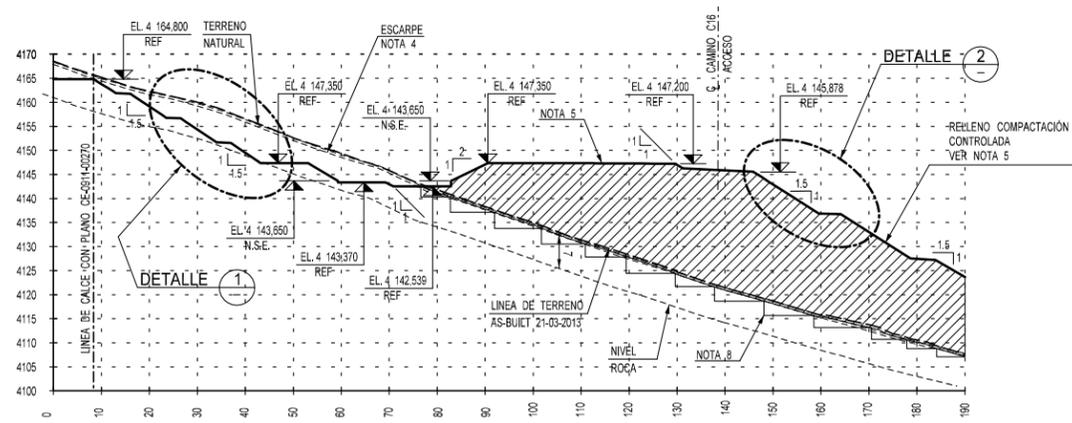
SECCION A
ESC. 1:750
CE-0911-00271



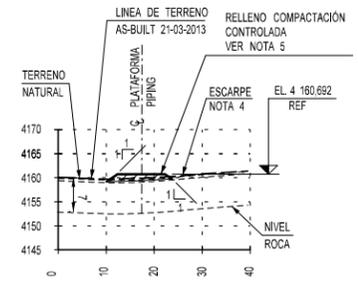
SECCION B
ESC. 1:750
CE-0911-00271



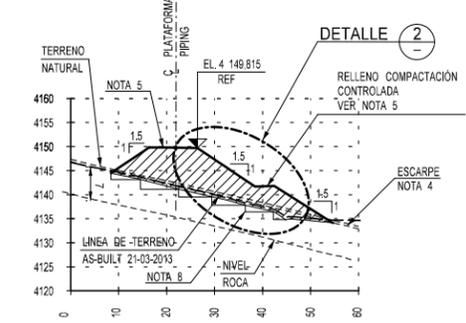
SECCION C
ESC. 1:750
CE-0911-00271



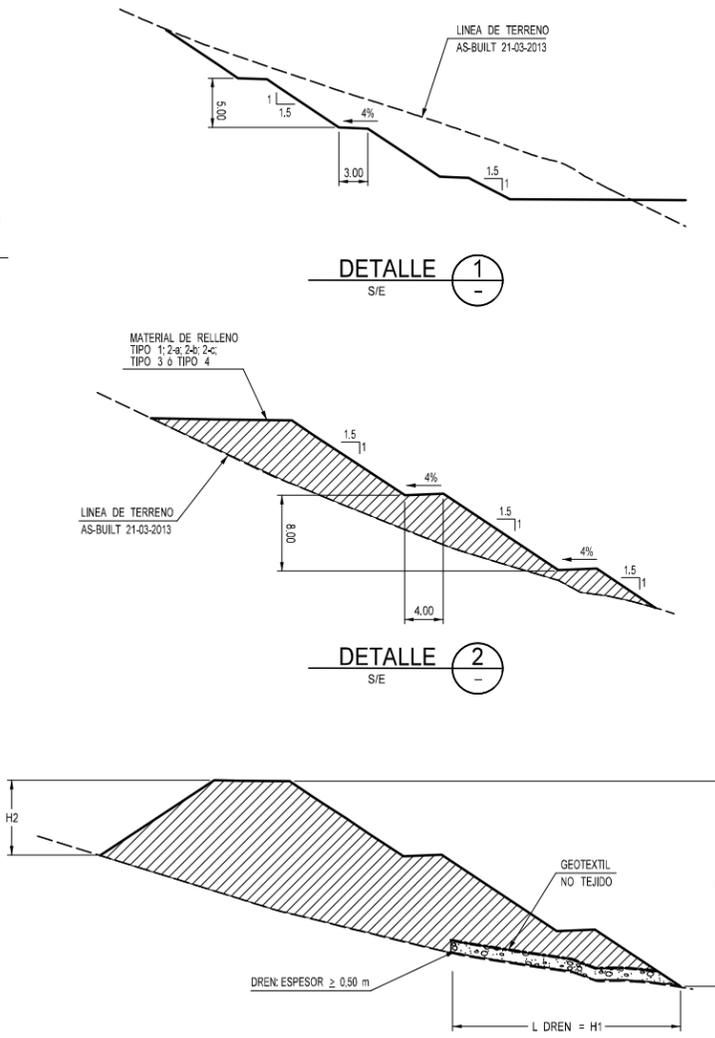
SECCION D
ESC. 1:750
CE-0911-00271



SECCION E
ESC. 1:750
CE-0911-00271



SECCION F
ESC. 1:750
CE-0911-00271



DETALLE TRABAJA CON NOTAS: 20 Y 21
PLANO N° 25635-220-CE-0911-00271

1. DIMENSIONES COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METROS.
2. ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON PLANO N° 25635-220-CE-0911-00271 Y 00273
3. ESTE PLANO HA SIDO EXTRAIDO DEL MODELO 0340c0201
4. EL ESCARPE DEBERA SER COMO MINIMO 0,5 METROS DONDE EXISTA RELLENO, POR NINGUN MOTIVO SE RELLENARA O COLOCARA CARPETA GRANULAR O CIMENTACIONES SOBRE MATERIAL ORGANICO

DESPUES DE REALIZADO EL ESCARPE EL INGENIERO GEOTECNICO RESIDENTE EN LA OBRA DEBERA EVALUAR SI SE REALIZA MEJORAMIENTO DEL SUELO ANTES DE COMENZAR CON LOS RELLENOS
5. LOS SELLOS DE EXCAVACION Y PLATAFORMAS DEBERAN SER COMPACTADOS AL 95% DMCS Y SERAN APROBADOS POR EL INGENIERO GEOTECNICO RESIDENTE EN LA OBRA
6. SE DEBERA RELLENAR CON CONCRETO POBRE PARA ALCANZAR LA COTA DE SOLADO O RELLENO ESTRUCTURAL PARA ALCANZAR LA COTA DE RADIER, CUANDO CORRESPONDA
7. LAS ESTRUCTURAS PODRAN SER APOYADAS DIRECTAMENTE SOBRE LA ROCA SIN MAYOR INCONVENIENTE, SIN EMBARGO DONDE LA ROCA SE ENCUENTRE EN ESTADO ALTERADO DONDE SE OBSERVEN MATERIALES ARCILLOSOS, ESTOS DEBEN ELIMINARSE Y/O REEMPLAZARSE POR CONCRETO POBRE.
8. SI $\geq 20\%$ SE DEBERA REALIZAR ESCALONAMIENTO DEL RELLENO NATURAL $H \leq 1,0$ m Y LONGITUD SEGUN INCLINACION DEL TERRENO



APROBACION		ESCALA: 1:750	FECHA
XSTRATA	FECHA	INGENIERO	FECHA
ING. PROYECTO		ING. PROYECTO	
GTE. INGENIERIA		GTE. INGENIERIA	



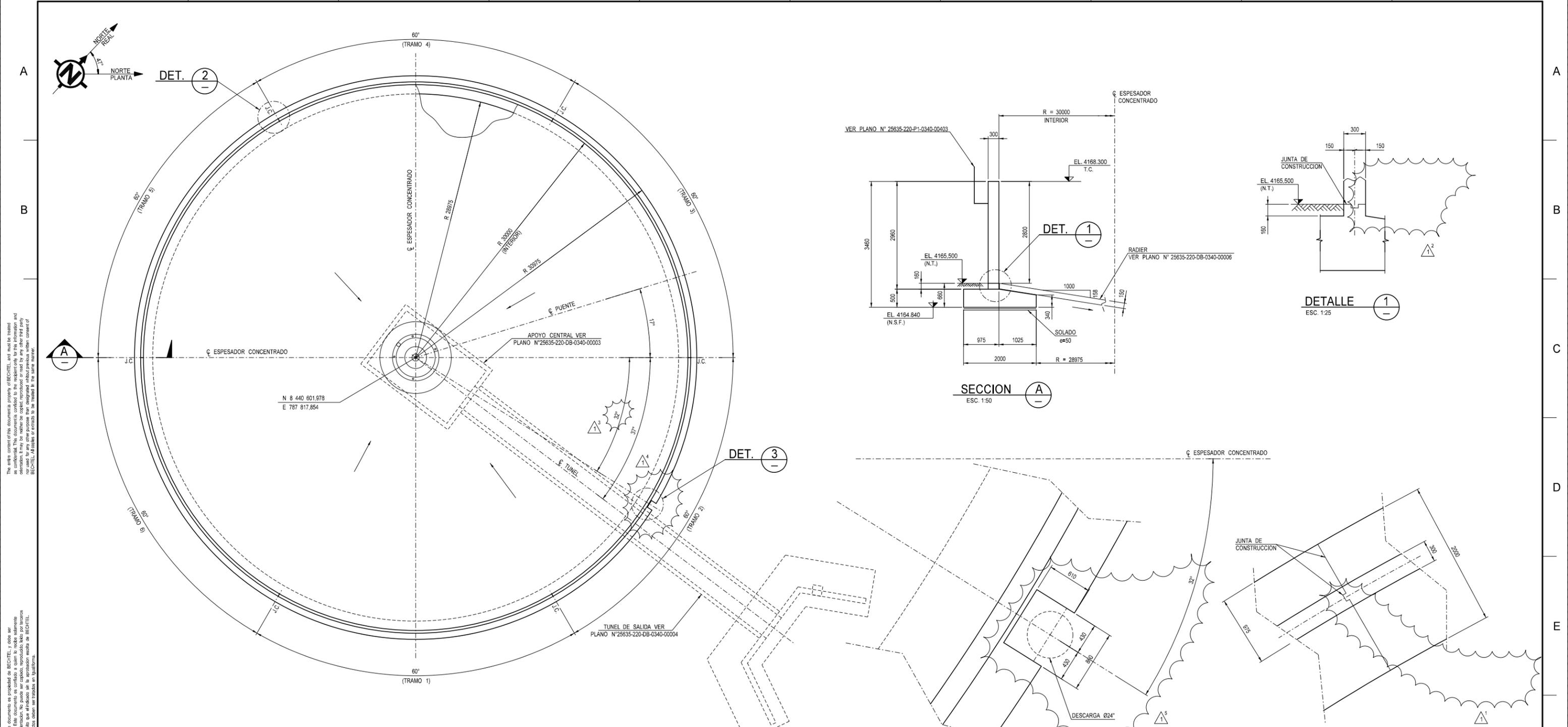
PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECTHEL ALLIANCE
ESPESADORES DE CONCENTRADO (FAC. 0340)
NIVELES DE PLATAFORMA
MOVIMIENTOS DE TIERRA - SECCIONES

Rev. N°	FECHA	REVISION	MGT	EGK	AEL	VMV	POR	CHEO	SUPV	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	25-ABR-13	EMITIDO PARA CONSTRUCCION											
A	09-ABR-13	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA											

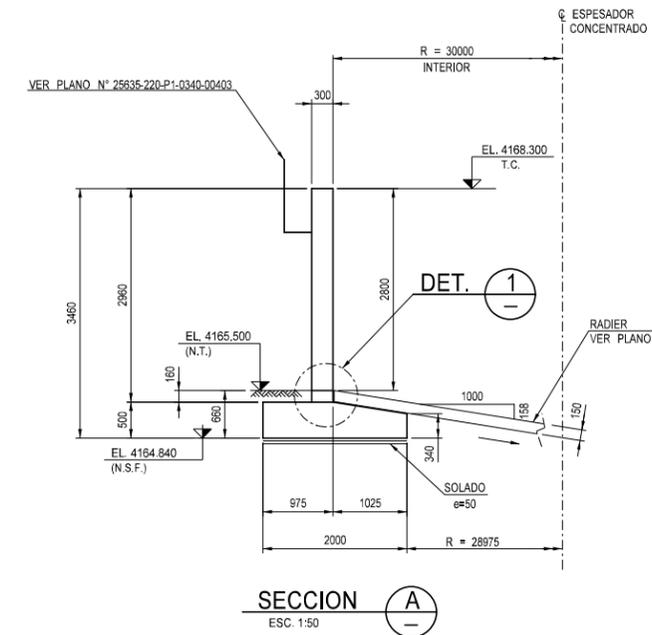
This document is the property of BECTHEL. It is to be used only for the project and for the information and orientation of the client. It is not to be reproduced or used for any other purpose without the prior written consent of BECTHEL. All rights reserved.

Este documento es propiedad de BECTHEL. Solo es para uso de la obra y para la informacion y orientacion del cliente. No puede ser reproducido ni usado para otro proposito sin el consentimiento escrito de BECTHEL. Todos los derechos reservados.

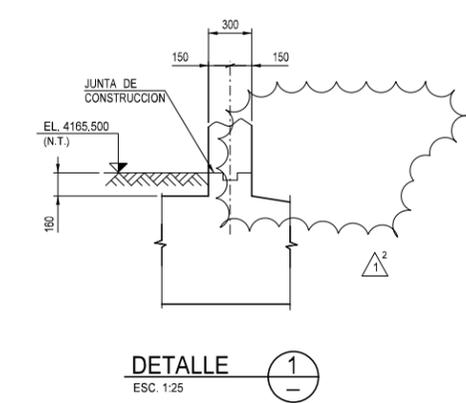
25635-220-CE-0911-00272



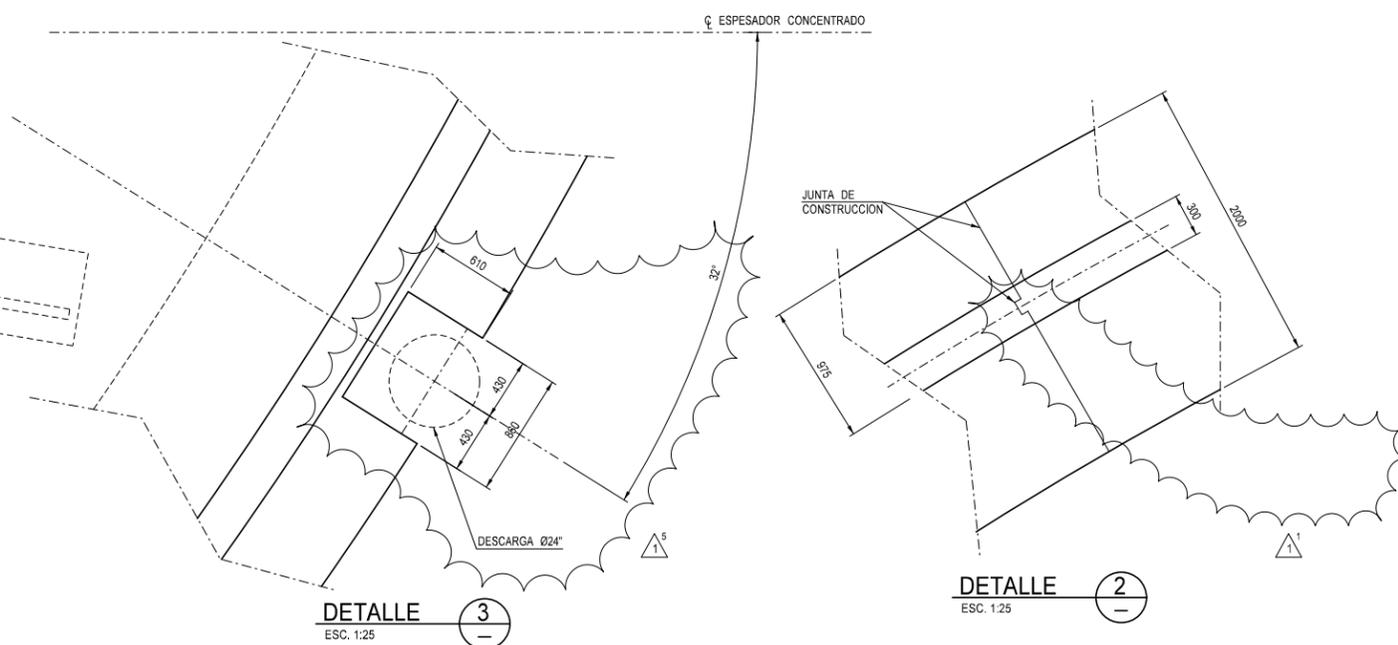
PLANTA ESPESADOR DE CONCENTRADO
ESC. 1:200



SECCION A
ESC. 1:50



DETALLE 1
ESC. 1:25



DETALLE 3
ESC. 1:25

DETALLE 2
ESC. 1:25

- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
- 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° 25635-220-DO-0000-00001.
- 3.- ESTE PLANO ES REFERENCIA DEL MODELO 0340cc001.
- 4.- VER MALLA PUESTA A TIERRA EN PLANO N° 25635-220-EG-0340-00202.
- 5.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON PLANOS N° 25635-220-DB-0340-00003, 00004, 00006 @ 00008.
- 6.- PARA ARMADURAS VER PLANOS N° 25635-220-DG-0340-00001.
- 7.- EL SISTEMA DE COORDENADAS DEL PROYECTO SE MUESTRA EN EL PLANO N° 25635-220-P1-0000-00201.
- 8.- EL HORMIGONADO DE LOS TRAMOS DE MURO ENTRE JUNTAS DE CONSTRUCCION

CANTIDADES ESTIMADAS CONCRETO	
CONCRETO	CANTIDAD (m3)
fc=25 MPa	342
fc=10 MPa	19
CUBICACION PARA FUNDACION Y MURO PERIMETRAL DE ESPESADOR TAG 0340-TKF-0001	

Toda información de este documento es propiedad de BECHTEL. No debe ser utilizada sin el consentimiento escrito de BECHTEL. No se permite la reproducción o el uso de esta información para su información y orientación. No puede ser copiado, reproducido, leído por terceros ni usado para otro propósito que el indicado en la aprobación escrita de BECHTEL. Todos los costos e intereses deben ser tratados en igualdad de condiciones.

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEO.	SUPV.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
A	04-OCT-12	MODIFICA LO INDICADO	E.P.A	J.P.T	I.S.V	W.M.V			
B	04-MAY-12	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E.P.A	J.P.T	I.S.V	W.M.V			
C	18-OCT-11	REEMITIDO PARA OFF PROJECT REVIEW	A.S.V	M.R.C	J.Z.C	F.C.M			
B	10-AGO-11	EMITIDO PARA OFF PROJECT REVIEW	M.O.C	A.S.V	J.Z.C	F.C.M			
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	M.O.C	A.S.V	J.Z.C	F.C.M			

DEBERÁ REALIZARSE EN FORMA ALTERNADA PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS DE RETRACCION. SE RECOMIENDA ESPERAR AL MENOS 7 DIAS ANTES DE PROCEDER AL HORMIGONADO DE LOS SECTORES ADYACENTES.

9.- LA CARA SUPERIOR DEL MURO DEBE QUEDAR CON UNA TERMINACION LISA PLATACHADA Y NIVELADA A LA ELEVACION ESPECIFICADA CON UNA TOLERANCIA DE 3mm. EN 3 METROS

10.- EL SELLO DE FUNDACION DE TODO EL PERIMETRO DE LA ZAPATA SE DEBERA FUNDAR 100% EN RELLENO ESTRUCTURAL.

11.- EL SELLO DE FUNDACION DEBERA SER RECEPCIONADO POR UN ESPECIALISTA GEOTECNICO.

Bechtel Chile Ltda.

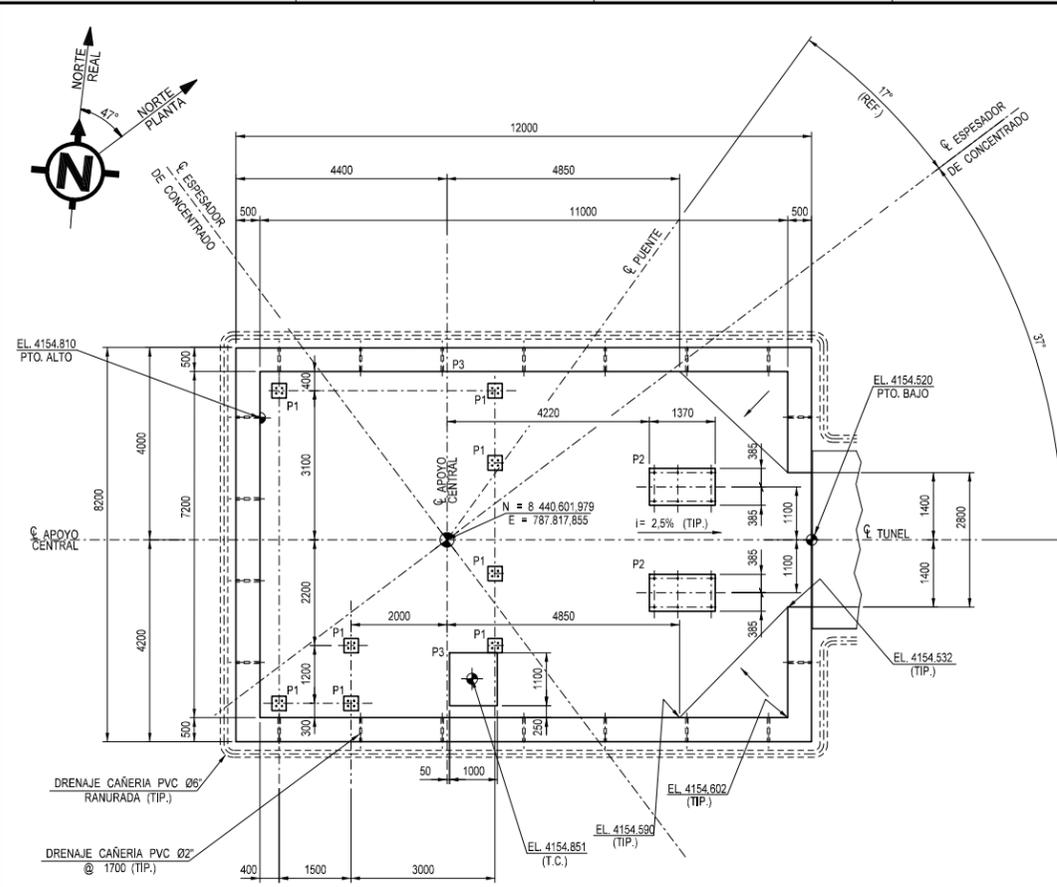
APROBACION	FECHA	ESCALA: INDICADA	FECHA
XSTRATA		DISEÑO: J.PARRA	28-JUN-11
ING. PROYECTO.		REVISADO POR: MROJAS	28-JUL-11
GTE. INGENIERIA		ING. PROYECTO: F.CERON	04-MAY-12
		GTE. INGENIERIA: E. SZYMANSKI	04-MAY-12

Job No. 25635 PLANO BECHTEL N° 25635-220-DB-0340-00002

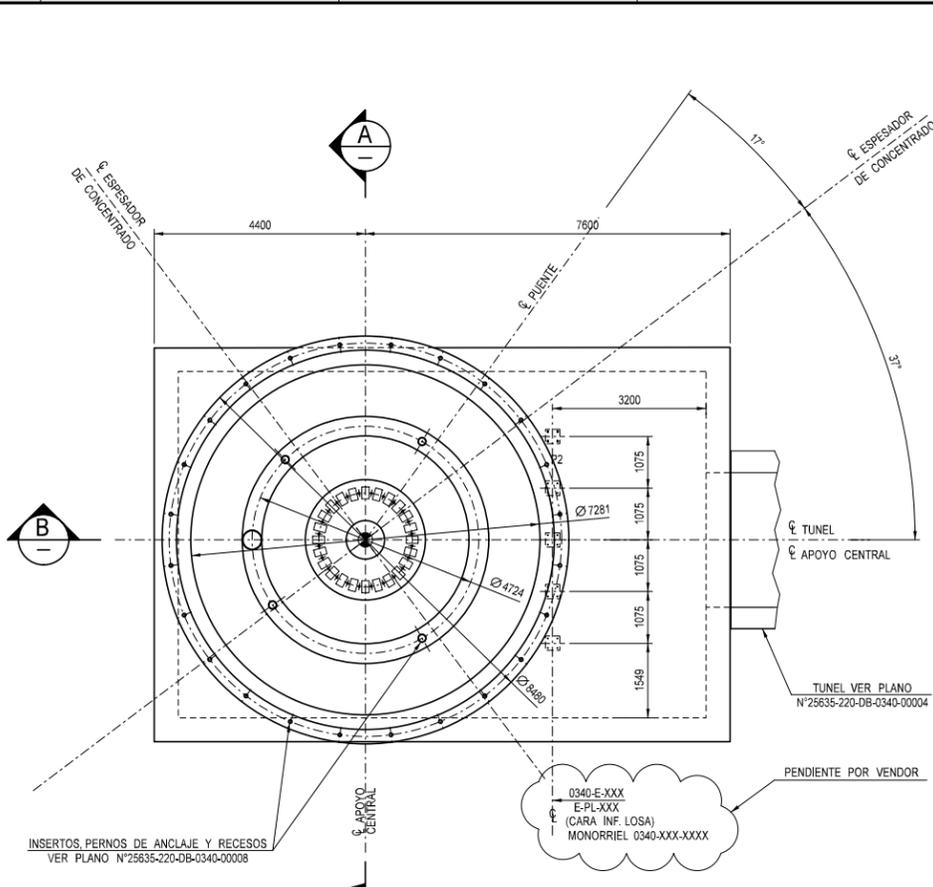
PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECHTEL ALLIANCE

ESPEADOR DE CONCENTRADO MURO PERIMETRAL PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

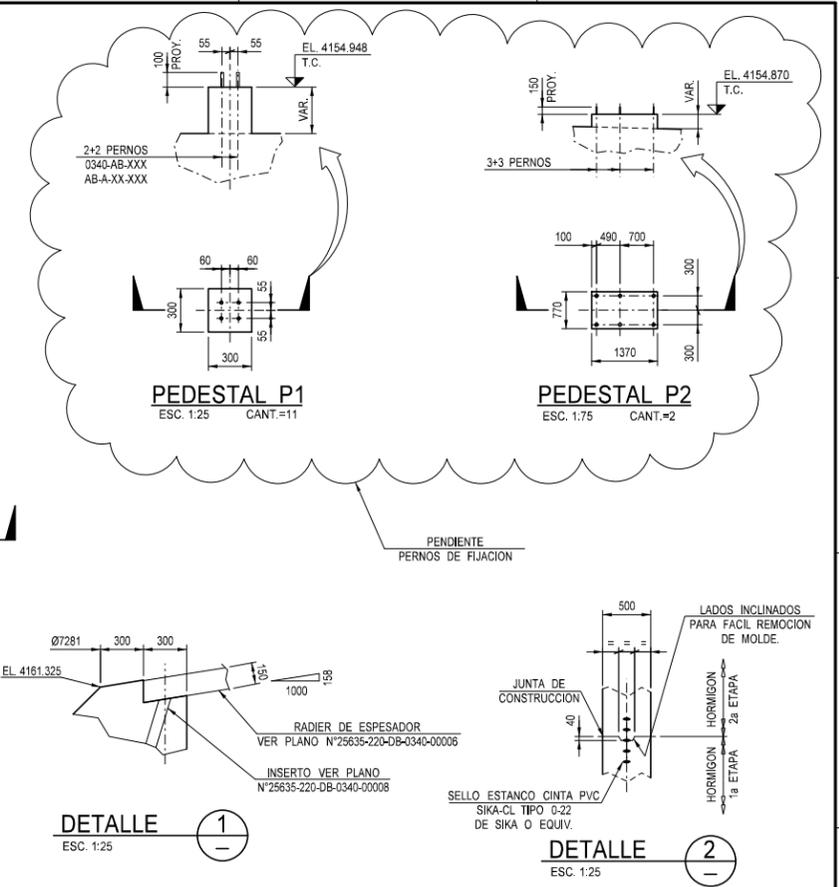
PLANO CLIENTE N°



**APOYO CENTRAL
PLANTA FUNDACION
ESPEADOR 0340-TKF-0001**
ESC. 1:75

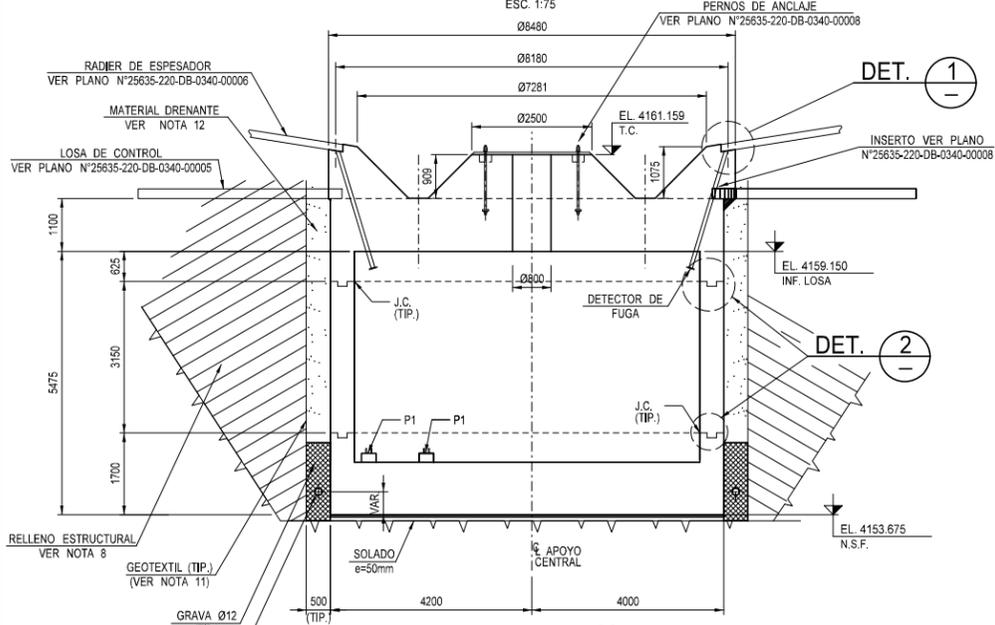


**APOYO CENTRAL
PLANTA LOSA SUPERIOR**
ESC. 1:75

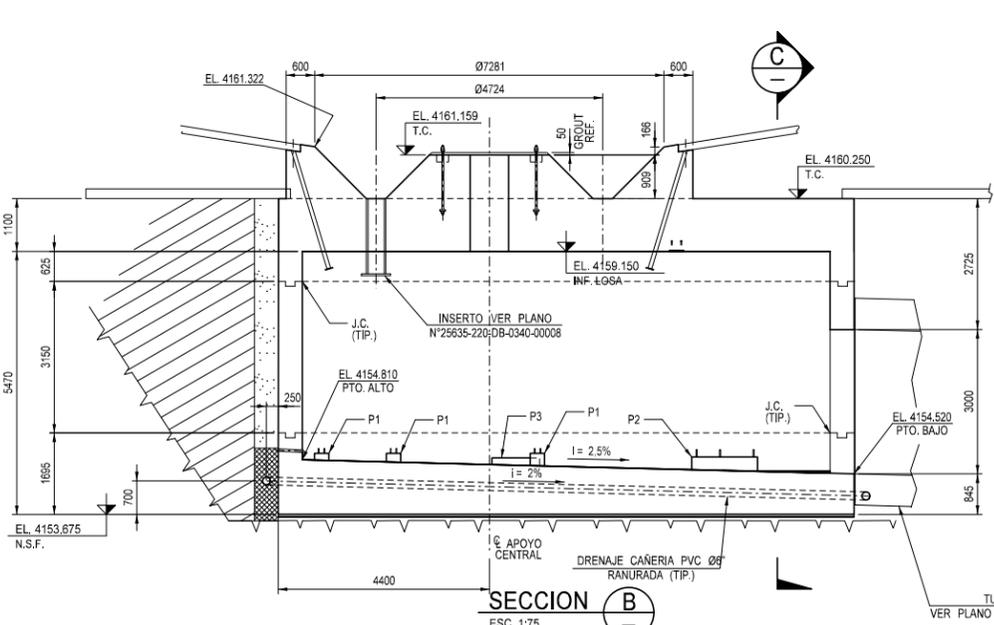


DETALLE 1
ESC. 1:25

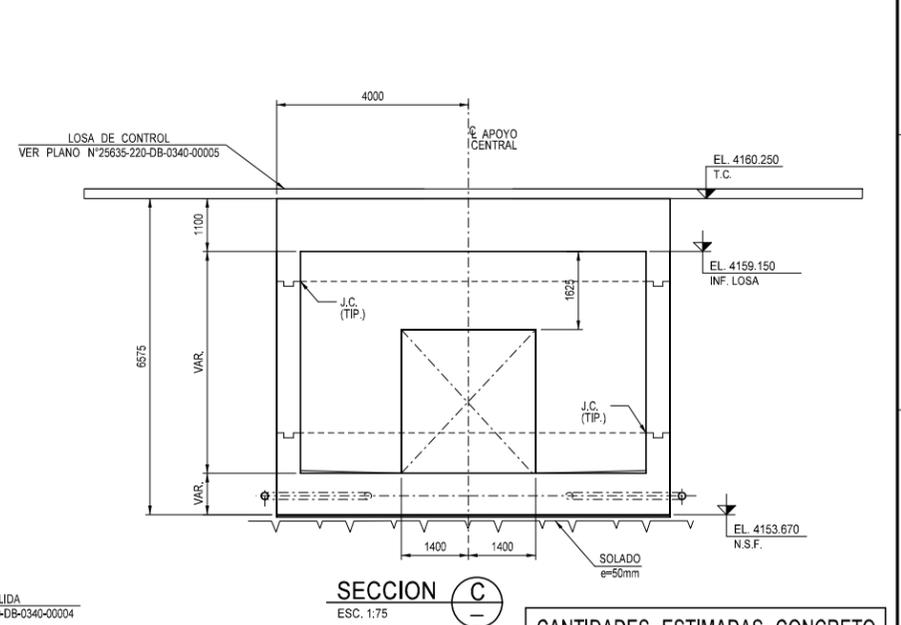
DETALLE 2
ESC. 1:25



SECCION A
ESC. 1:75



SECCION B
ESC. 1:75



SECCION C
ESC. 1:75

- DIMENSIONES EN MILIMETROS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
- VER NOTAS GENERALES EN PLANO ESTANDAR N° 25635-220-DB-0000-00001.
- ESTE PLANO ES REFERENCIADO DEL MODELO 0340c001.
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON PLANOS N° 25635-220-DB-0340-00004 @ 00008 y 00002.
- PARA ARMADURAS VER PLANO N° 25635-220-DG-0340-00001.
- EL SISTEMA DE COORDENADAS DEL PROYECTO SE MUESTRA EN EL PLANO N° 25635-220-P1-0000-00201.
- LOS SELLOS DE EXCAVACION DEBEN SER RECIBIDOS POR EL EXPERTO GEOTECNICO DEL PROYECTO. ESTE PROFESIONAL PODRA DEFINIR POSIBLES SOBRE EXCAVACIONES U OTROS MEJORAMIENTOS.
- MOVIMIENTOS DE TIERRA VER PLANO N° 25635-220-CE-0911-00210@00213.
- PARA RELLENOS VER ESPECIFICACION TECNICA DE EXCAVACION Y RELLENOS EN PLANO N° 25635-220-3PS-CE00-00002.
- PARA MALLAS A TIERRA VER PLANO N° 25635-220-EG-0340-00202.
- GEOTEXTIL: GEOTEXTIL TIPO NO TEJIDO, MEDIDA APARENTE DE ABERTURA 0.2 mm MIN. RESISTENCIA AL PUNZONADO DE 9200N MIN.
- MATERIAL DRENANTE 100% PASA POR MALLA 3/4"
- MENOS QUE 5% PASA POR MALLA N°200 MATERIAL NO PLASTICO COLOCADOS EN CAPAS CON LIGERA COMPACTACION.

NOTA :
-ESTA PENDIENTE EL INFORME GEOTECNICO DEL AREA 0340. ESTE PLANO SE REIMITIRA EN REV.1 UNA VEZ RECIBIDO EL INFORME.
-ESTE PLANO SE EMITE PARA DETALLAMIENTO.

CANTIDADES ESTIMADAS CONCRETO	
CONCRETO	CANTIDAD (m3)
f _c =25 MPa	352
f _c =10 MPa	5

NOTA: ESTA CUBICACION INCLUYE PLANO N°25635-220-DB-0340-00003

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEO.	SUPV.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	15-AGO-12	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E.P.A	M.V.G	I.S.V	W.M.V		DISP. GRAL. ALIMENTACION CONCENTRADO	P1-0340-00202
B	01-JUN-12	EMITIDO PARA OFF PROJECT REVIEW	M.O.C	J.P.T	I.S.V	W.M.V		TRENCH DETAILS Ø90M CU CONC. THICKNER	T372C860004
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	A.S.V	J.P.T	J.Z.C	F.C.M		GRAL ARRANG Ø90M CU CONC. THICKNER	T372C860003

NOTAS	
12. MATERIAL DRENANTE 100% PASA POR MALLA 3/4"	
13. MENOS QUE 5% PASA POR MALLA N°200 MATERIAL NO PLASTICO COLOCADOS EN CAPAS CON LIGERA COMPACTACION.	

Bechtel Chile Ltda.

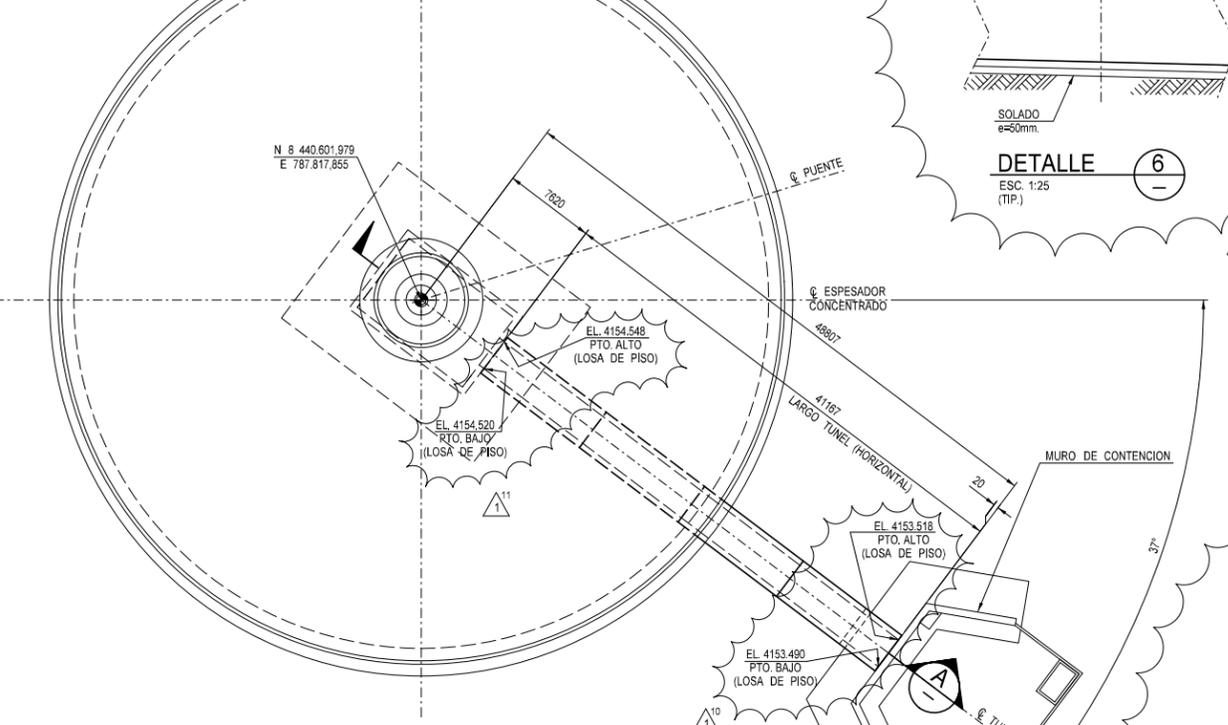
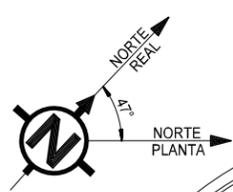
APROBACION	FECHA	ESCALA: INDICADA	FECHA
XSTRATA		DISEÑO: J.PARRA	02-AGO-11
ING. PROYECTO		REVISADO: M.OLIVARES	02-AGO-11
GTE. INGENIERIA		PROYECTO: W.MATA	15-AGO-12
		GTE. INGENIERIA: F.CERON	15-AGO-12

Job No. 25635 PLANO BECTHEL N° 25635-220-DB-0340-00003

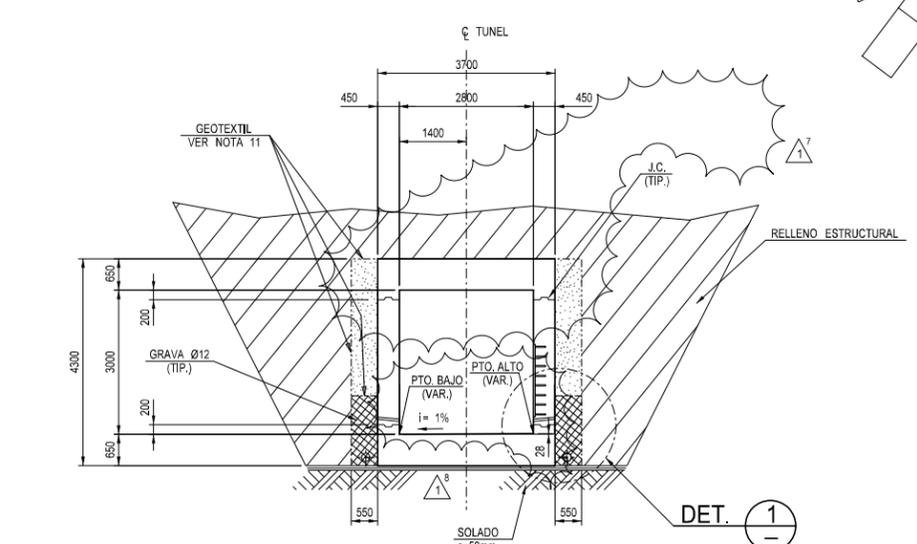
PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECTHEL ALLIANCE

**ESPEADOR DE CONCENTRADO
FUNDACION APOYO CENTRAL TKF-0001
PLANTA, SECCIONES Y DETALLES**

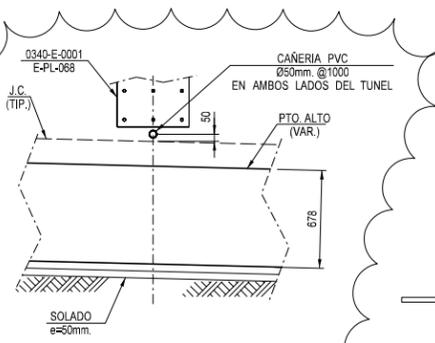
PLANO CLIENTE N°



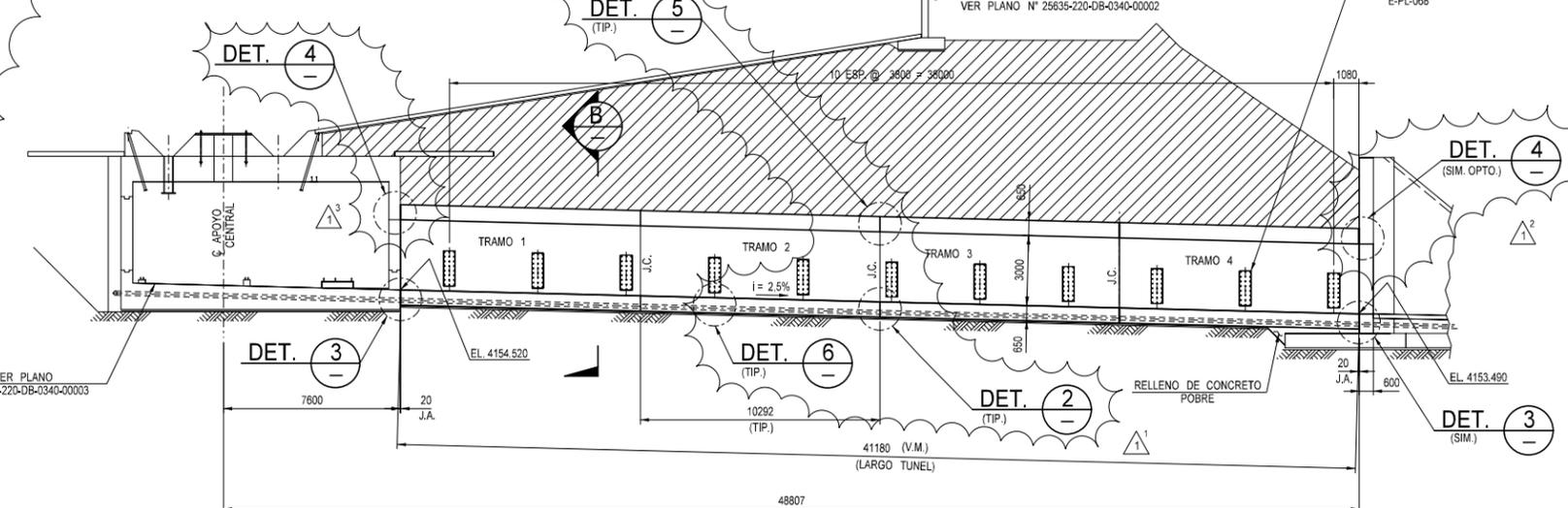
PLANTA
ESC. 1:300



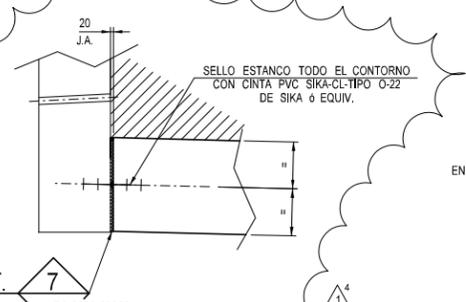
SECCION B
ESC. 1:75 (TIP. EN CADA TRAMO)



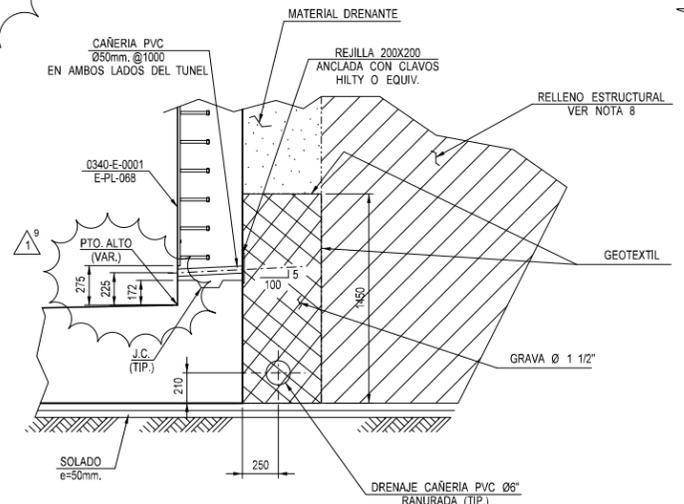
DETALLE 6
ESC. 1:25 (TIP.)



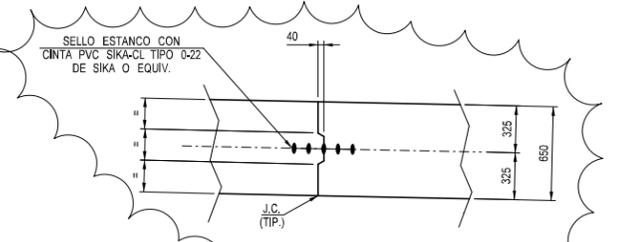
SECCION A
ESC. 1:150



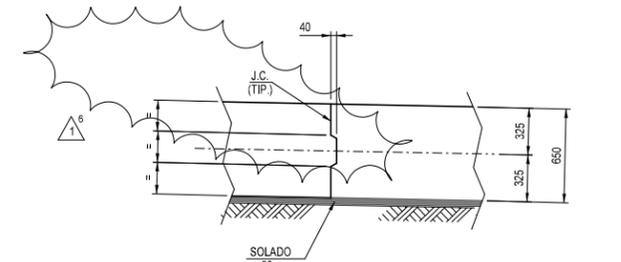
DETALLE 4
ESC. 1:25



DETALLE 1
ESC. 1:25



DETALLE 5
ESC. 1:25 (TIP.)



DETALLE 2
ESC. 1:25 (TIP.)

NOTA :
SECUENCIA DE HORMIGONADO TUNEL
TRAMO 2, TRAMO 4, TRAMO 1, TRAMO 3.

SIM. DET. 7
DG-0000-00006

DET. 7
DG-0000-00006

DETALLE 3
ESC. 1:25 (TIP.)

- 8.- MOVIMIENTOS DE TIERRA VER PLANO N° 25635-220-CE-0911-00210 @ 00213.
- 9.- PARA RELLENOS VER ESPECIFICACION TECNICA DE EXCAVACION Y RELLENOS EN PLANO N° 25635-220-3PS-CE03-00002.
- 10.- PARA MALLAS A TIERRA VER PLANO N° 25635-220-EG-0340-00202.
- 11.- GEOTEXTIL:
GEOTEXTIL TIPO NO TEJIDO, MEDIDA APARENTE DE ABERTURA 0.2 mm MIN. RESISTENCIA AL PUNZONADO DE 9200N MIN.
- 12.- MATERIAL DRENANTE
100% PASA POR MALLA 34"
MENOS QUE 5% PASA POR MALLA N°200 MATERIAL NO PLASTICO COLOCADOS EN CAPAS CON LIGERA COMPACTACION.

NOTA :
-ESTA PENDIENTE EL INFORME GEOTECNICO DEL AREA 0340, ESTE PLANO SE REEMITIRA EN REV. 1 UNA VEZ RECIBIDO EL INFORME.
-ESTE PLANO SE EMITE PARA DETALLAMENTO.

CANTIDADES ESTIMADAS CONCRETO	
CONCRETO	CANTIDAD (m3)
fc=25 MPa	310
fc=10 MPa	8

NOTA: ESTA CUBICACION INCLUYE PLANO N°25635-220-DB-0340-00004

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEO.	SUPV.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
A	07-NOV-12	AGREGA O MODIFICA LO INDICADO	M.O.C	M.R.C	I.S.V	W.M.V			
O	15-AGO-12	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E.P.A	M.V.G	I.S.V	W.M.V			
C	12-JUN-12	RE-EMITIDO PARA OFF PROJECT REVIEW	E.P.A	J.P.T	I.S.V	W.M.V			
B	04-JUN-12	EMITIDO PARA OFF PROJECT REVIEW	E.P.A	J.P.T	I.S.V	W.M.V			
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	M.O.C	J.P.T	I.S.V	W.M.V			

1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO ESTANDAR N° 25635-220-DG-0000-00001.
3.- ESTE PLANO ES REFERENCIADO DEL MODELO 0340CC002.
4.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON PLANOS N° 25635-220-DB-0340-00003 @ 00008.
5.- PARA ARMADURAS VER PLANO N° 25635-220-DG-0340-00001
6.- EL SISTEMA DE COORDENADAS DEL PROYECTO SE MUESTRA EN EL PLANO N° 25635-220-P1-0000-00201.
7.- LOS SELLOS DE EXCAVACION DEBEN SER RECIBIDOS POR EL EXPERTO GEOTECNICO DEL PROYECTO, ESTE PROFESIONAL PODRA DEFINIR POSIBLES SOBRE EXCAVACIONES U OTROS MEJORAMIENTOS.

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION	FECHA	ESCALA:	INDICADAS	FECHA
XSTRATA		DISEÑO	J.PARRA	28-MAI-12
ING. PROYECTO.		CREADO POR	MIRUJAS	28-MAI-12
GTE. INGENIERIA		ING. PROYECTO	W. MATA	15-AGO-12
		GTE. INGENIERIA	F. CERON	15-AGO-12

Job No. 25635 PLANO BECTHEL N° 25635-220-DB-0340-00004

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECTHEL ALLIANCE

ESPAESADOR DE CONCENTRADO TUNEL DE SALIDA
PLANTA, SECCIONES Y DETALLES - FORMAS

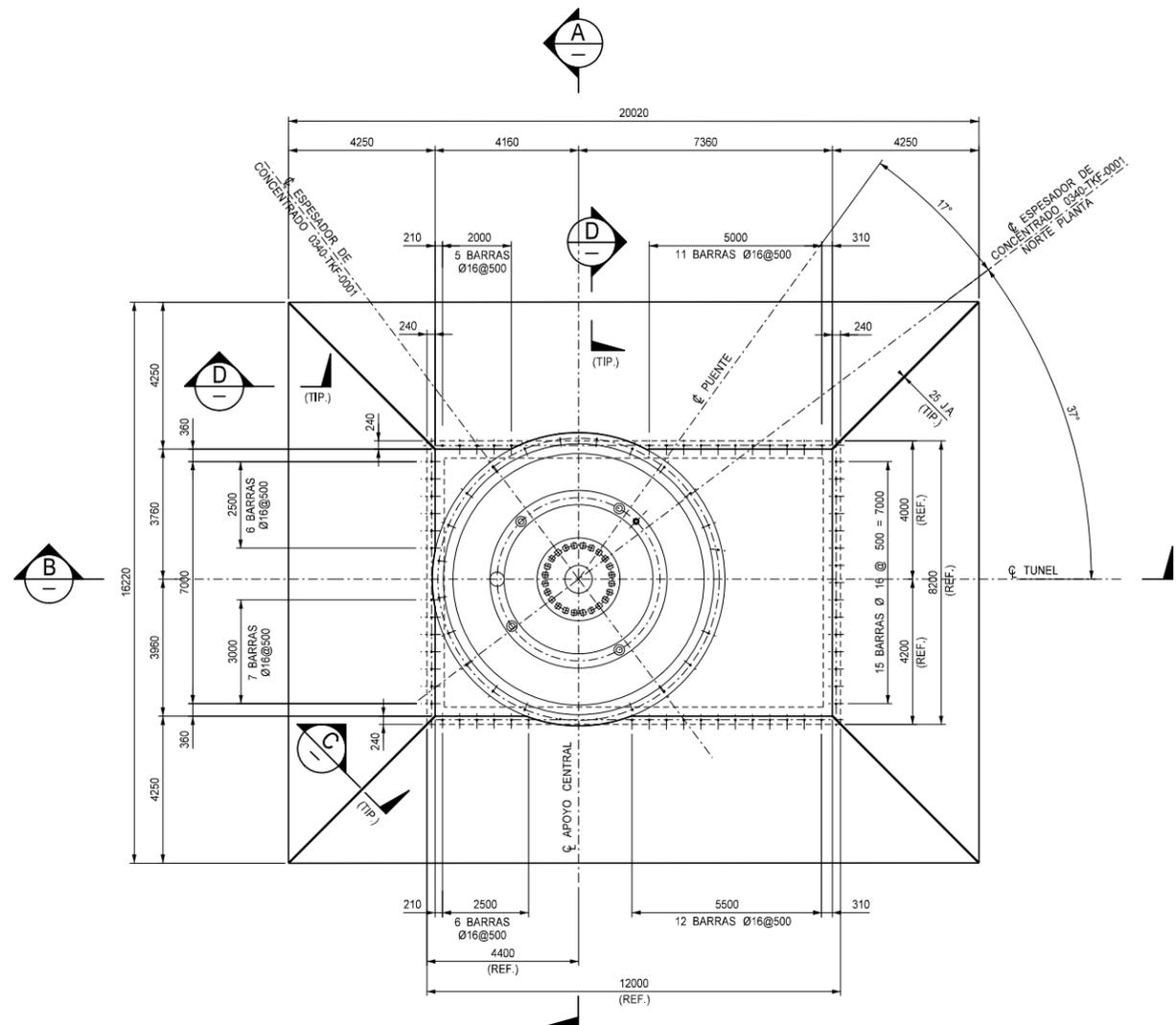
PLANO CLIENTE N° 12

This office document is the property of BECTHEL. It is not to be used for any other purpose than the one for which it was prepared. This document is intended for use only by the person or persons named in the information and is not to be reproduced or used by any other third party without the prior written consent of BECTHEL. All rights reserved.

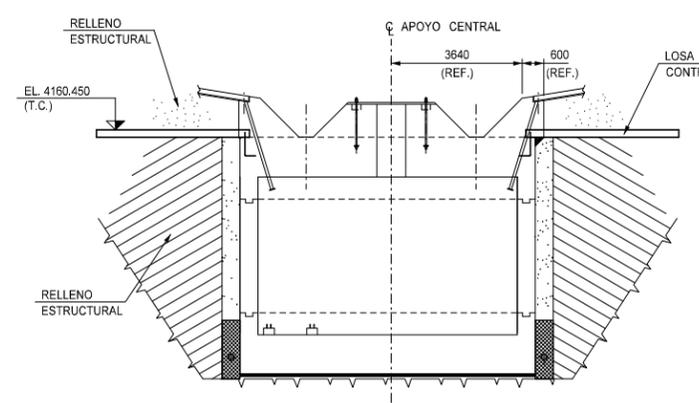
Toda información de este documento es propiedad de BECTHEL. No debe ser utilizada para otro propósito que el para el cual fue preparada. Este documento es propiedad de BECTHEL y no debe ser reproducido o utilizado por ninguna otra parte sin el consentimiento escrito de BECTHEL. Todos los derechos reservados.

25635-220-DB-0340-00004

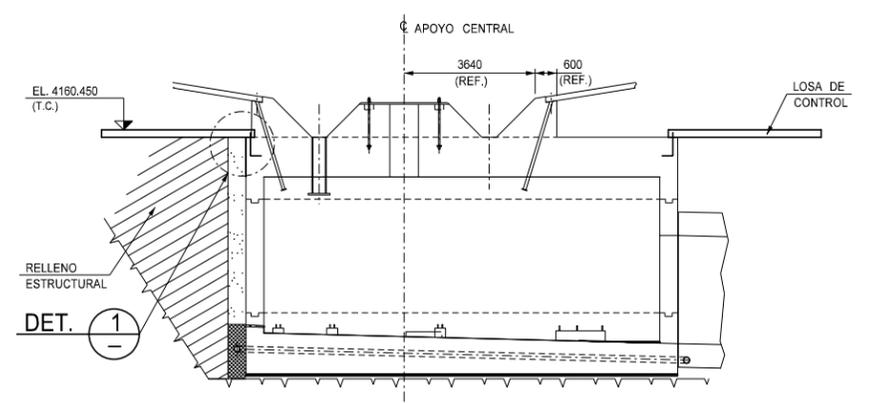
This office copy of this document is the property of BECHTEL. It shall not be used for any other purpose than the project for which it was prepared. This document is intended for the recipient only. No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of BECHTEL. All rights reserved.



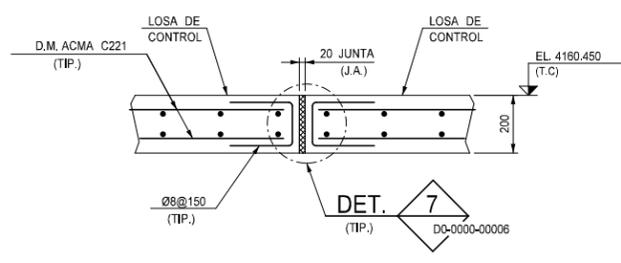
LOSA CONTROL ESPESADOR DE CONCENTRADO
0340-TKF-0001
PLANTA EL. 4160.450 (T.C.)
 ESC. 1:100



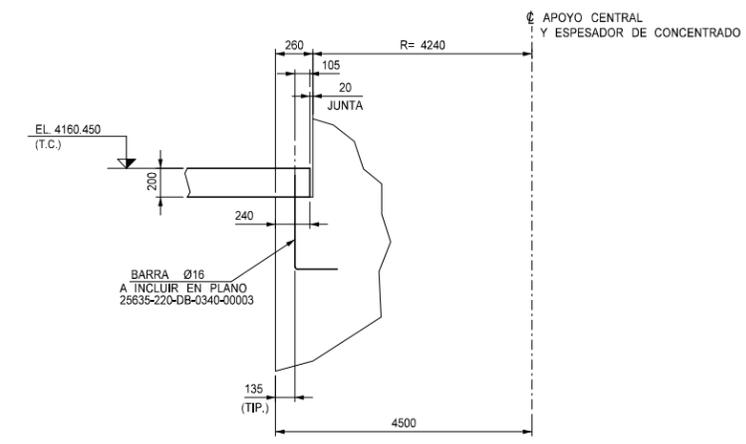
SECCION A
 ESC. 1:100



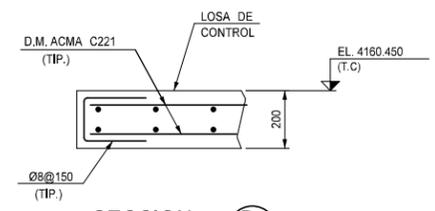
SECCION B
 ESC. 1:100



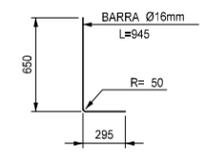
SECCION C
 ESC. 1:12.5



DETALLE 1
 ESC. 1:25



SECCION D
 ESC. 1:12.5



DET. BARRA Ø16

CANTIDADES ESTIMADAS CONCRETO	
CONCRETO	CANTIDAD (m3)
f _c =25 MPa	46.7
f _c =20 MPa	0.0
f _c =10 MPa	0.0

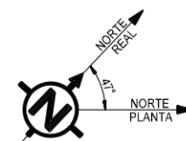
NOTA : ESTA CUBICACION INCLUYE PLANO N° 25680-220-DB-0340-00005. CANTIDAD : 1.

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEO.	SUPV.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	04-OCT-12	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	M.O.C	J.P.T	I.S.V	W.M.V			
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	A.S.V	J.P.T	J.Z.C	F.C.M			

1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO ESTANDAR N°25635-220-DB-0000-00001
 3.- ESTE PLANO ES REFERENCIADO DEL MODELO 0340-CC001
 4.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANO N°25635-220-DB-0340-00003, 00004 Y 00008.

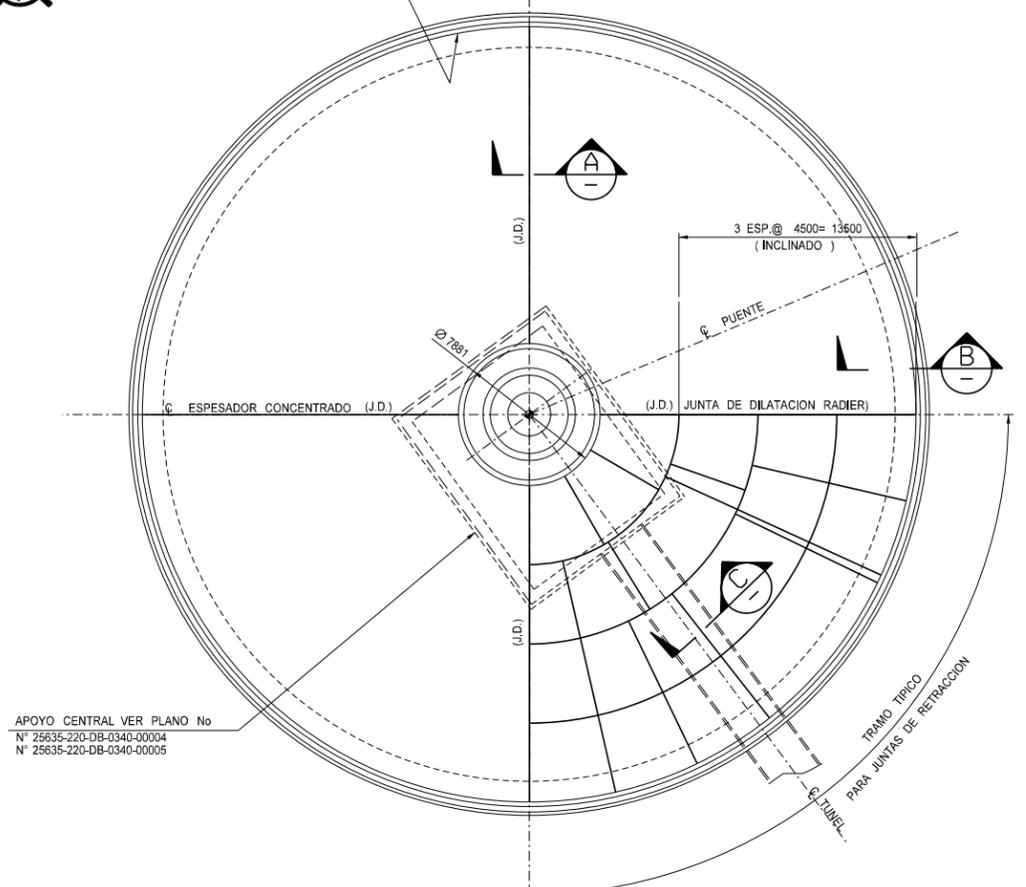
Bechtel Chile Ltda.
 APROBACION: XSTRATA, FECHA: []
 ESCALA: INDICADA
 CLIENTE: XSTRATA, FECHA: []
 BECHTEL CHILE: INGENIERIA, FECHA: []

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECHTEL ALLIANCE
ESPESADORES DE CONCENTRADO
LOSA DE CONTROL - APOYO CENTRAL
PLANTA Y SECCIONES
 Job No. 25635 PLANO BECHTEL N° 25635-220-DB-0340-00005

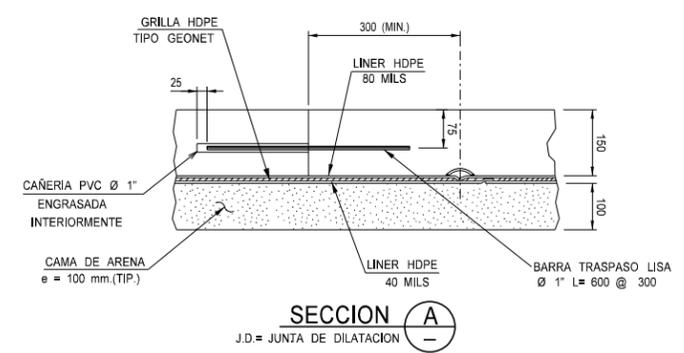


MURO PERIMETRAL VER PLANO
N° 25635-220-DB-0340-00002
N° 25635-220-DB-0340-00003

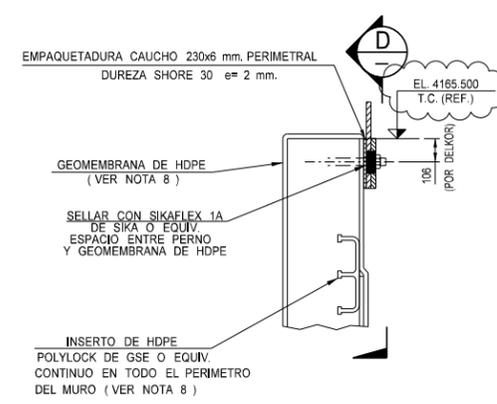
ESPAESOR DE CONCENTRADO
0340-TKF-XXXX



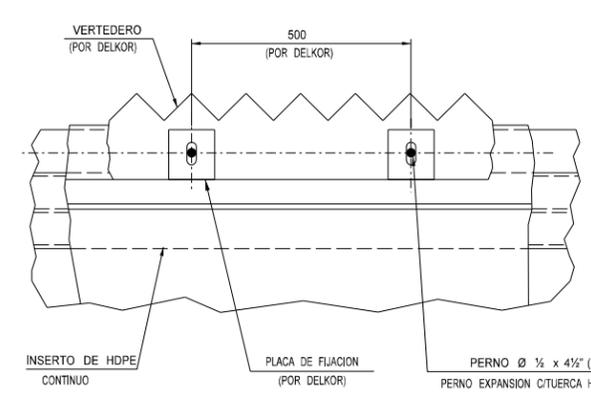
PLANTA RADIER DE FONDO
ESPAESOR 0340-TKF-00002 Y 00003
ESC. 1:200



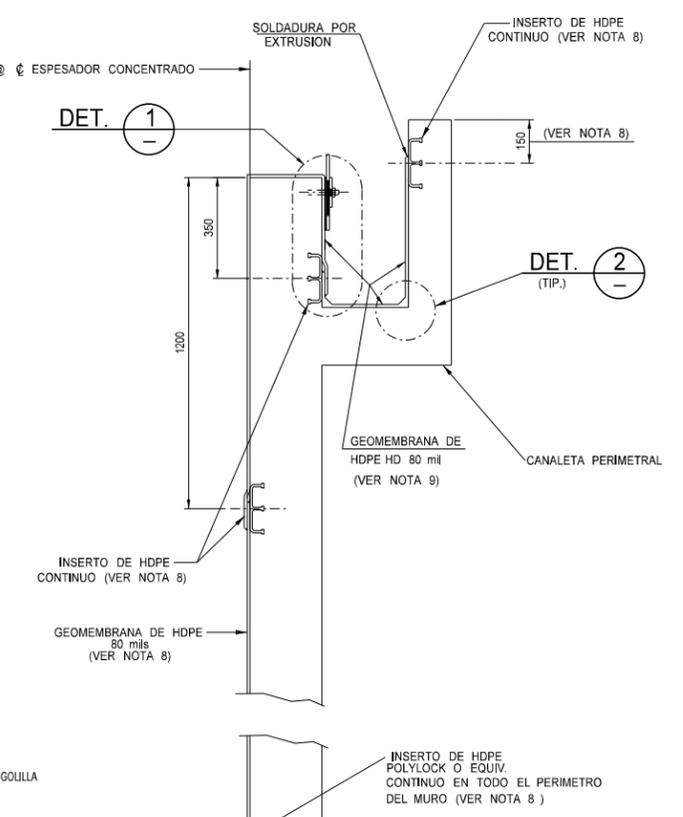
SECCION A
J.D. = JUNTA DE DILATACION



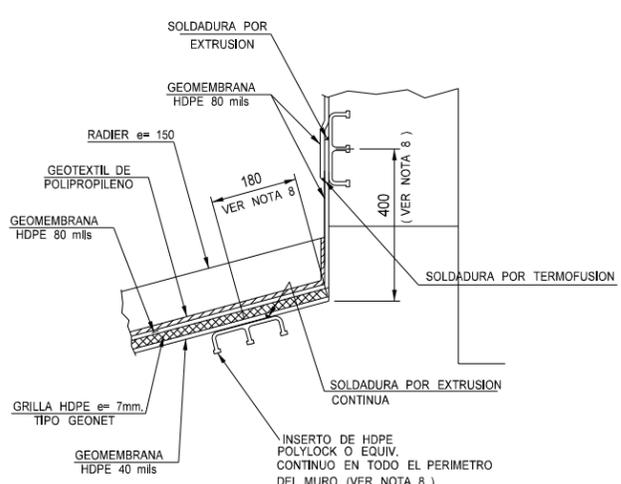
DETALLE 1
ESC. 1:25



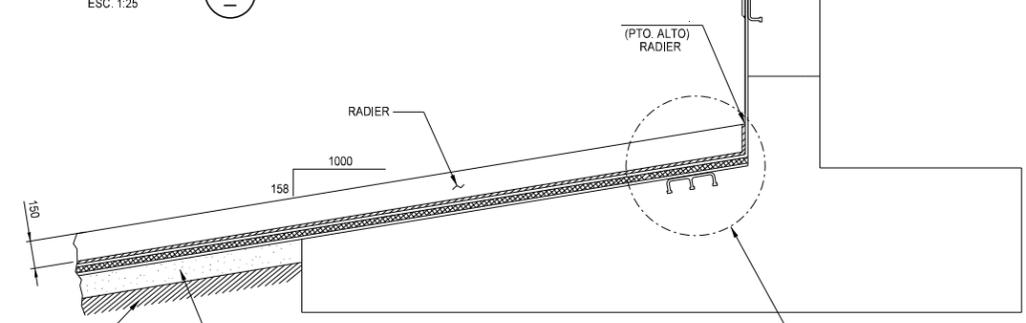
SECCION D
ESC. 1:25



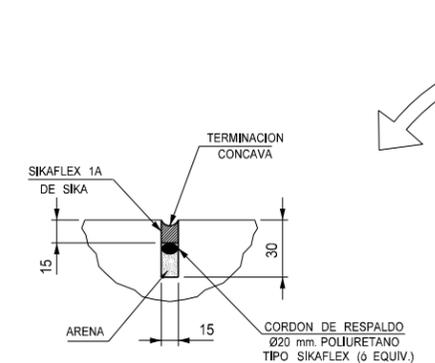
SECCION B
ESC. 1:12,5



DETALLE 3
S/E



DETALLE 2
ESC. 1:10



SECCION C
S/E

- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
- 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO ESTANDAR N° 25635-220-DO-0000-00001
- 3.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON PLANOS N° 25635-220-DB-0340-00002, 00007, 00008 @ 00009.
- 4.- ESTE PLANO ES REFERENCIADO DEL MODELO 0340c0001
- 5.- REFUERZO RADIER:
5.1- SE UTILIZARA FIBRA DE POLIPROPILENO COMO ELEMENTO DE REFUERZO ESTRUCTURAL. USAR FIBRA ENDURO 600 U OTRO PRODUCTO EQUIVALENTE.
5.2- LA DOSIFICACION DEL PRODUCTO Y METODOLOGIA DE APLICACION DEBEN SER ESPECIFICADAS POR EL PROVEEDOR.
5.3- EL DISEÑO DE ESTE REFUERZO ESTRUCTURAL DEBE CONSIDERAR EL TRANSITO SOBRE EL RADIER DE UN VEHICULO TIPO BOBCAT CON CARGA MAXIMA POR RUEDA DE 2.25 TON. EL PROVEEDOR DEBERA ENTREGAR MEMORIA DE CALCULO JUSTIFICANDO SU DISEÑO.
- 6.- SE DEBEN TOMAR LAS MAXIMAS PRECAUCIONES EN LA DOSIFICACION, CONFECCION, COLOCACION Y CURADO DEL HORMIGON CON EL FIN DE MINIMIZAR LA FISURACION. LA COLOCACION DEL HORMIGON SE DEBE EJECUTAR EN PAÑOS ALTERNADOS DE 5X5 METROS.
- 7.- LA TERMINACION SUPERFICIAL DEL RADIER DE FONDO TENDRA UNA TOLERANCIA TOTAL DE 2.5 CM EN ELEVACION. LAS DEFORMACIONES PUNTALES TENDRAN UNA TOLERANCIA DE 0.6 CM MEDIDOS CON REGLA DE 3 METROS.
- 8.- VER NOTAS DE GEOMEMBRANAS DE HDPE Y GEOTEXTIL EN PLANO N° 25635-220-DB-0340-00007.
- 9.- VER NOTAS CAMA DE ARENA EN PLANO N° 25635-220-DB-0340-00007.

CANTIDADES ESTIMADAS CONCRETO	
CONCRETO	CANTIDAD (m3)
fc=25 MPa	213.0
fc=20 MPa	0.0
fc=10 MPa	0.0

NOTA: ESTA CUBICACION INCLUYE PLANO N° 25635-220-DB-0340-00006. CANTIDAD = 1

Rev. N°	FECHA	REVISION	A.S.V.	J.P.T.	J.Z.C.	F.C.M.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA								

APROBACION		FECHA
XSTRATA		
ING. PROYECTO		
GTE. INGENIERIA		

Bechtel Chile Ltda.

Job No. 25635 PLANO BECTHEL N° 25635-220-DB-0340-00006

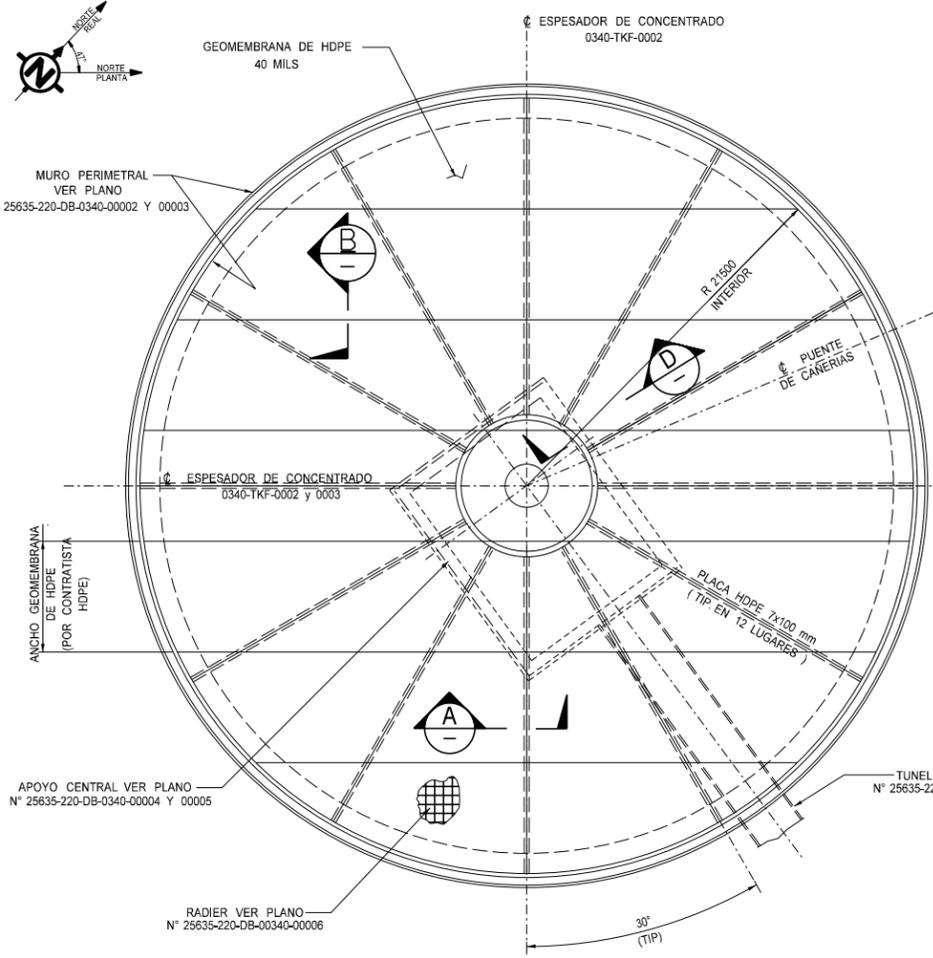
PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECTHEL ALLIANCE

ESPAESADORES DE CONCENTRADO RADIER E INSERTOS HDPE PLANTA, SECCIONES Y DETALLES

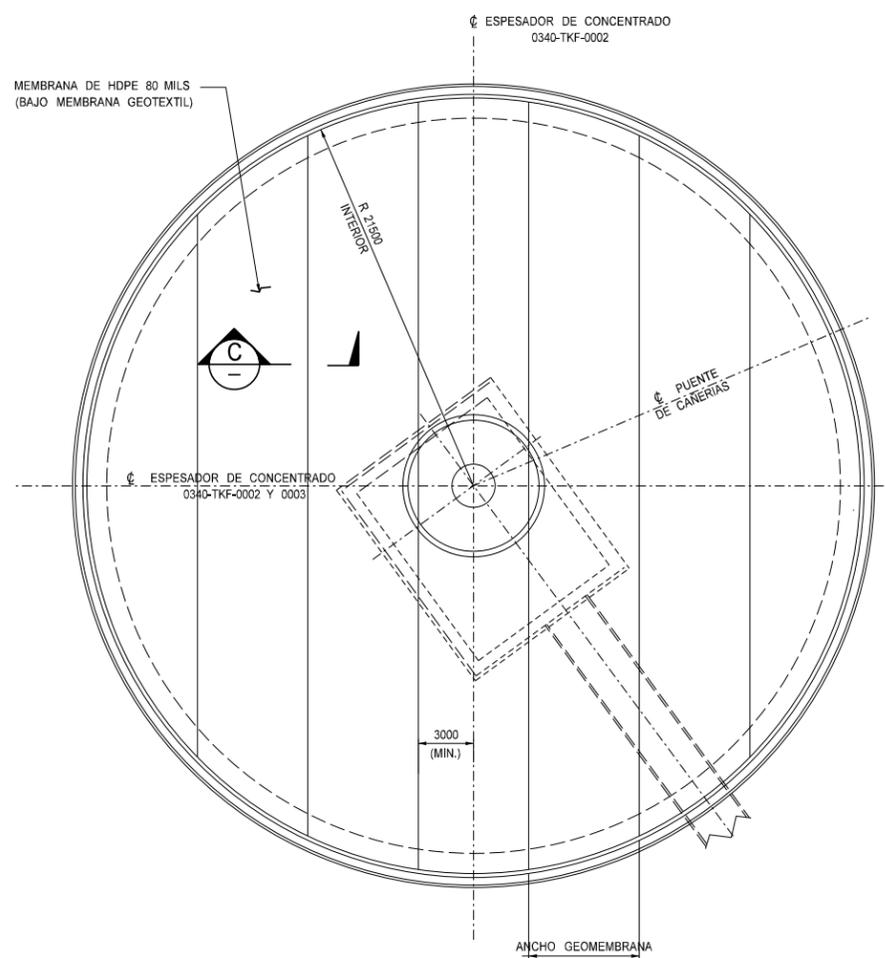
This drawing is the property of BECTHEL and may be used for the project only. It is not to be reproduced or used by any other third party without the prior written consent of BECTHEL. All rights reserved.

Toda información de este documento es propiedad de BECTHEL y debe ser utilizada únicamente para el proyecto al que se refiere. No puede ser reproducida ni utilizada por terceros sin el consentimiento escrito de BECTHEL. Todos los derechos reservados.

25635-220-DB-0340-00007



PLANTA DISPOSICION HDPE (40 MILS) Y PLACA HDPE (LAMINAS INFERIORES) ESPEESADOR 0340-TKF-0002 (MOST.) Y 0003 (OPTO.)
ESC. 1:200



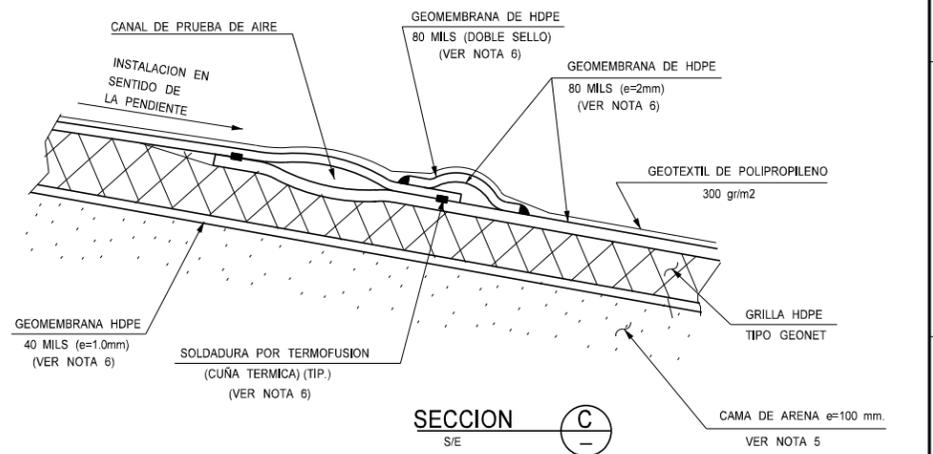
PLANTA DISPOSICION HDPE (80 MILS) (LAMINAS SUPERIORES)
ESC. 1:200

- NOTAS:**
- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
 - 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N° 25635-220-DB-0340-00001.
 - 3.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANOS N° 25635-220-DB-0340-00001 @ 00006
 - 4.- PARA RELLENOS VER PLANO N° 25635-220-CE-0340-XXXXX
 - 5.- CAMA DE ARENA:
 - 5.1- LA ARENA DEBE ESTAR LIMPIA SIN SUSTANCIAS ORGANICAS, BASURAS NI ESCOMBROS
 - 5.2- LA ARENA DEBE CUMPLIR CON LA SIGUIENTE BANDA GRANULOMETRICA

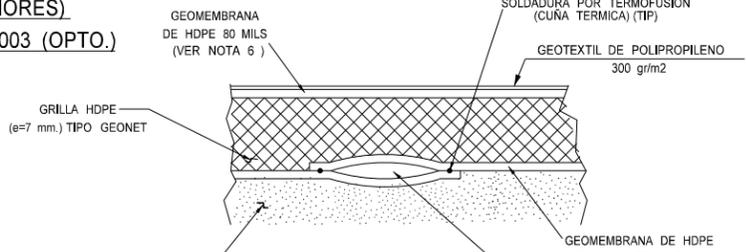
TAMIZ N°	% ACUMULADO QUE PASA
10	90
100	10
200	5

- 5.3- LA ARENA DEBE CUMPLIR CON IP<15, LL< 50%, DENSIDAD MAXIMA DE COMPACTACION SECA 2.0 T/M3
- 5.4- LA CAMA DE ARENA SE DEBE COMPACTAR AL 95% DE ENSAYE DE PROCTOR MODIFICADO
- 5.5- LA TOLERANCIA SUPERFICIAL DE LA CAMA DE ARENA DEBE SER 1.2 CM, MEDIDO CON REGLA DE 3 METROS
- 5.6- LA RECEPCION DE LAS SUPERFICIES TERMINADAS DE APOYO PARA GEOMEMBRANAS SERA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DE INSTALACION DE LA IMPERMEABILIZACION

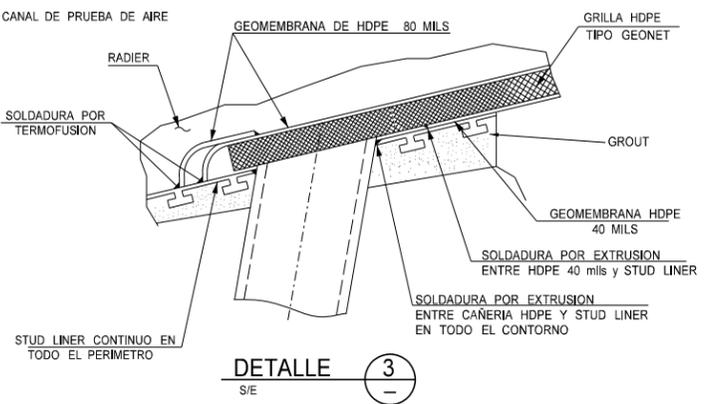
- 6.- GEOMEMBRANAS DE HDPE Y GEOTEXTIL
- 6.1- EL DISEÑO E INSTALACION DE LA GEOMEMBRANA MAS LA DISPOSICION DE INSERTOS DE HDPE INDICADAS EN ESTE PLANO ES SOLO REFERENCIAL.
- 6.2- EL CONTRATISTA DE HDPE DEBE EMITIR PLANOS Y DOCUMENTOS DE FABRICACION Y MONTAJE DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACION DEL ESPEESADOR, LOS CUALES DEBEN SER APROBADOS POR BECHTEL INGENIERIA.
- 6.3- LOS PLANOS DEL CONTRATISTA DE HDPE DEBEN INCLUIR AL MENOS LOS DETALLES DE UNIONES, SELLOS O EMPALMES ENTRE GEOMEMBRANAS COMO TAMBIEN EL DETALLE DE ENCUENTRO ENTRE LA GEOMEMBRANA E INSERTOS DE HDPE, STUD LINER Y DETECTORES DE FUGA.
- 6.4- LOS PLANOS DEL CONTRATISTA DE HDPE DEBEN INCLUIR CLARAMENTE EL DISEÑO Y DISPOSICION DE INSERTOS DE HDPE EN OBRAS DE CONCRETO, ADEMAS SERA RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA APROBAR EN OBRA LA UBICACION DE LOS INSERTOS DE HDPE PREVIO AL VACIADO DEL CONCRETO.
- 6.5- PARA LOGRAR CONTINUIDAD, LAS TIRAS DE INSERTOS DEBEN COLOCARSE DE TOPE PARA POSTERIOR SELLADO POR EL CONTRATISTA DE HDPE.
- 7.- LA ESTANQUEIDAD DEL ESPEESADOR DE RELAVES ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DE LAS GEOMEMBRANAS DE HDPE, POR LO ANTERIOR SU INSTALACION SE DEBE EJECUTAR CON MAXIMA PROLIJIDAD, CONSECUENTEMENTE LA RESPONSABILIDAD DE LA ESTANQUEIDAD ES DEL CONTRATISTA ENCARGADO DEL SUMINISTRO E INSTALACION DE LA GEOMEMBRANA.
- 8.- PARA LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD SE DEBERA SELLAR LA CAÑERIA OVERFLOW TEMPORALMENTE, PARA ELLO SE PODRAN UTILIZAR 2 ALTERNATIVAS:
 - INSTALAR UN FLANGE EXTERIOR
 - SELLAR CON STUD LINER DE 3 mm, SOLDADO POR EXTRUSION INTERNAMENTE.
 POSTERIOR A LA PRUEBA DE ESTANQUEIDAD SE DEBERA RETIRAR EL SELLO DE LA CAÑERIA OVERFLOW Y SE DEBERAN SELLAR CON MORTERO EXPANSIVO LOS DETECTORES DE FUGA Ø 2" DE LA CANALETA PERIMETRAL VER SECCION D PLANO N° 25635-220-DB-0340-00002



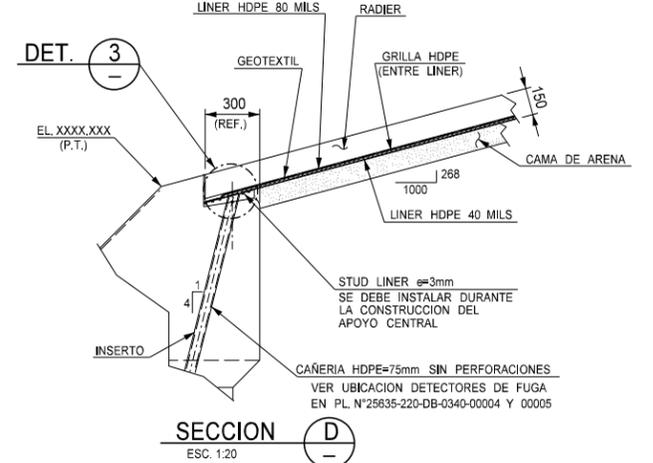
SECCION C
S/E



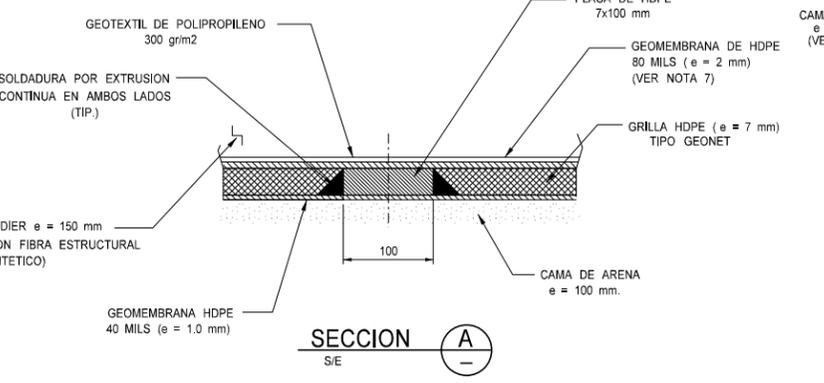
SECCION B
S/E



DETALLE 3
S/E



SECCION D
ESC. 1:20



SECCION A
S/E

CANTIDADES ESTIMADAS	
CAMA DE ARENA	142 m3
LINER HDPE 80 mils	2014 m2
LINER HDPE 40 mils	1420 m2
GRILLA HDPE	1420 m2
GEOTEXTIL	1420 m2
PLACA HDPE 7x100 mm,	213 ml

NOTA : ESTA CUBICACION INCLUYE PLANO N°25635-220-DB-0340-00007, PARA 1 ESPEESADOR.

Rev. N°	FECHA	REVISION	A.S.V	J.P.T	J.Z.C	F.C.M	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO	NOTAS
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA									

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION	FECHA	ESCALA: INDICADA	FECHA
XSTRATA		DISEÑO: J.PARRA	01-AGO-11
ING. PROYECTO.		REVISADO: M.OLIVARES	01-AGO-11
GTE. INGENIERIA		CHIEF: M.ROJAS	05-AGO-11
		ING. PROYECTO: F.CERON	05-AGO-11
		GTE. INGENIERIA: E.SZYMANSKI	05-AGO-11

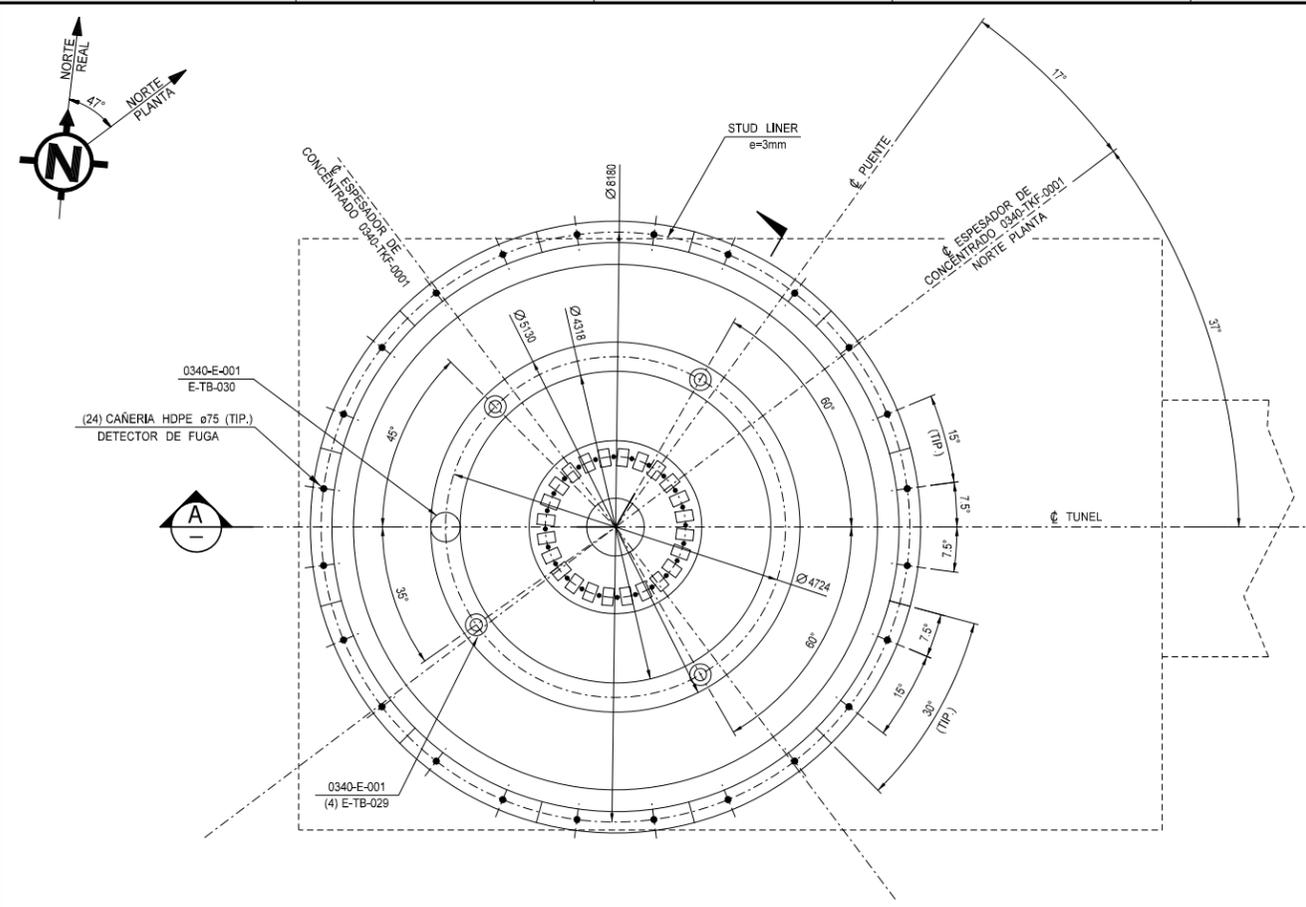
Job No. 25635 PLANO BECHTEL N° 25635-220-DB-0340-00007

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECHTEL ALLIANCE

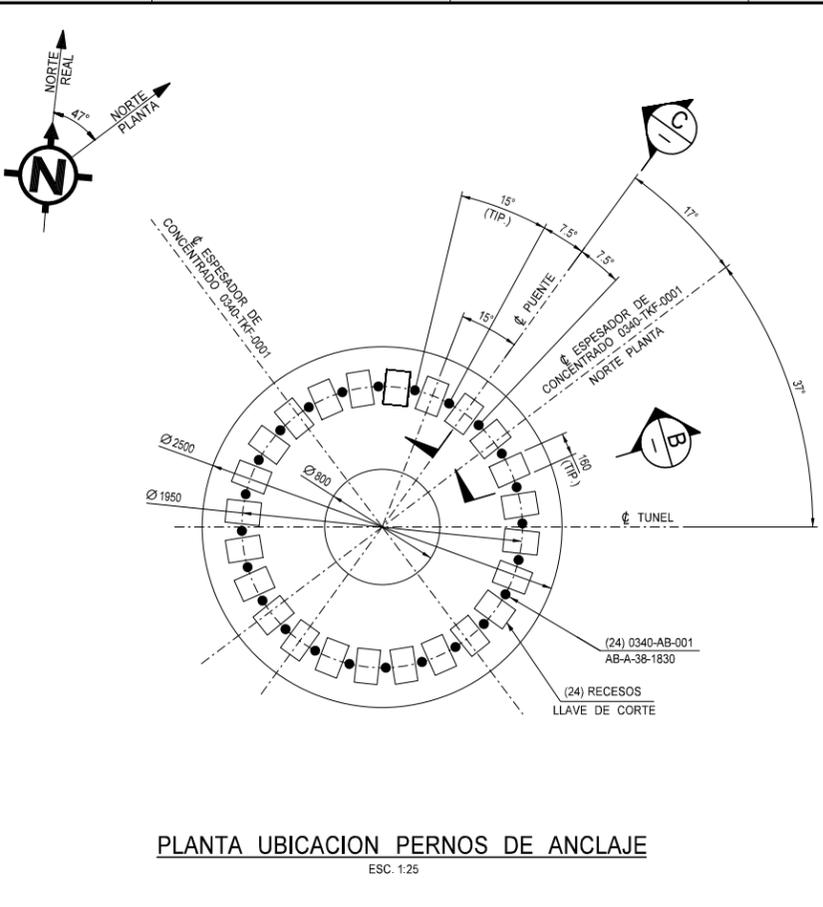
ESPEESADORES DE CONCENTRADO PLANTA DISPOSICION MEMBRANAS SECCIONES Y DETALLES

PLANO CLIENTE N°

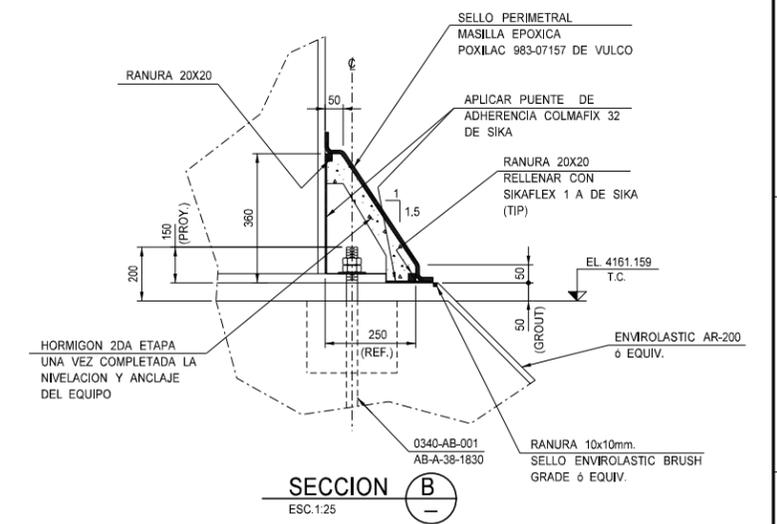
This office copy of this document is property of BECHTEL. It shall not be used for any other purpose than assigned without previous written consent of BECHTEL. All rights reserved. This document is intended for use only by the party named in the title. It may be neither copied, reproduced or used by any other third party for any other purpose than assigned without previous written consent of BECHTEL. All rights reserved.



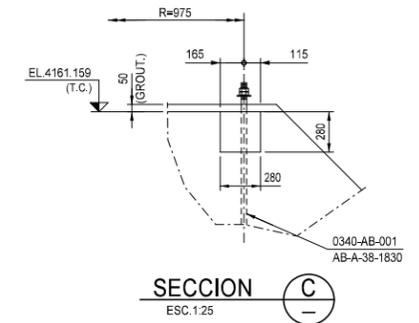
PLANTA DE INSERTOS (BOQUILLAS - DETECTORES DE FUGA)
ESPEADOR 0340-TKF-0001
 ESC. 1:50



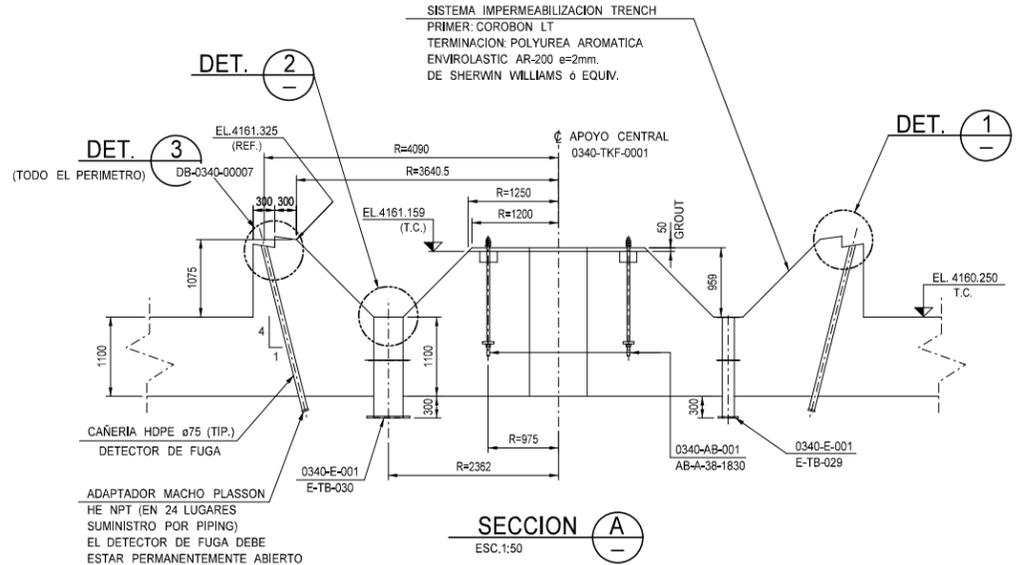
PLANTA UBICACION PERNOS DE ANCLAJE
 ESC. 1:25



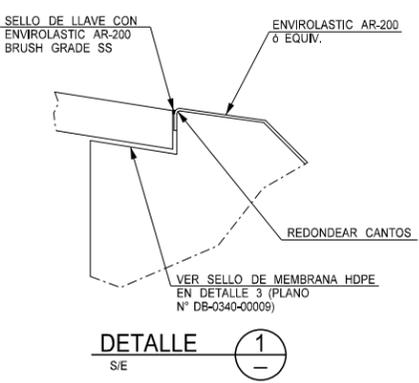
SECCION B
 ESC. 1:25



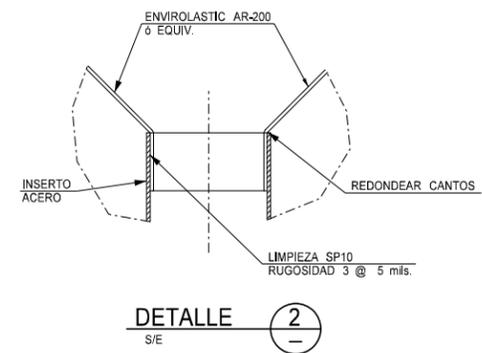
SECCION C
 ESC. 1:25



SECCION A
 ESC. 1:50



DETALLE 1
 S/E



DETALLE 2
 S/E

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEO.	SUPV.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	12-SEP-12	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E.P.A	M.V.G	I.S.V	W.M.V		TRENCH DETAILS Ø60M - DELKOR	T372C860002
A	05-AGO-11	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	M.O.C	M.V.G	I.S.V	W.M.V		ESPEADOR CONCENTRADO-DISP. GRAL	P1-0340-00201

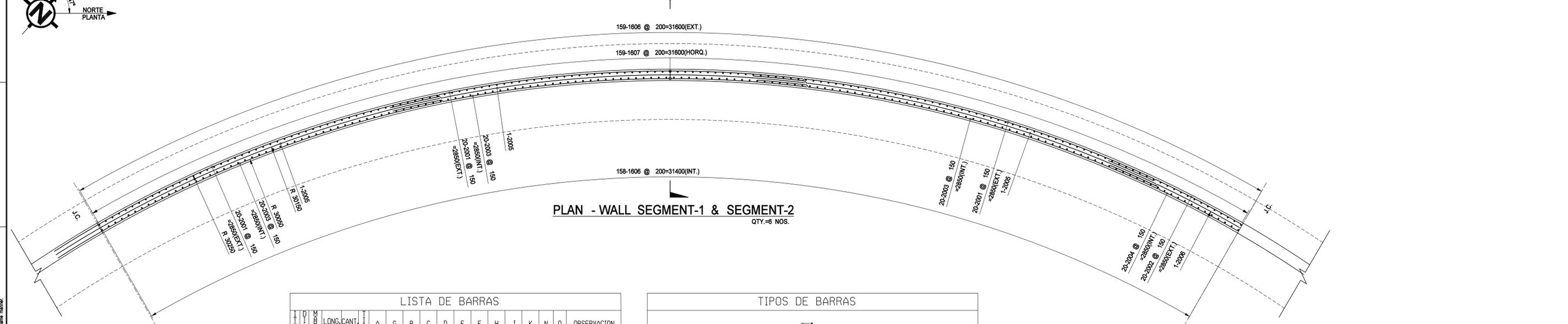
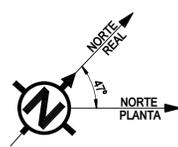
1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
 2.- VER NOTAS GENERALES EN PLANO N°25635-220-00-0000-00001.
 3.- ESTE PLANO ES REFERENCIADO DEL MODELO 0340CC001.
 4.- VER FORMAS EN PLANOS N°25635-220-DB-0340-00003, 00004, 00005 Y 00006.

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION	FECHA	ESCALA: SCALE	FECHA
XSTRATA		DISEÑO: J.PARRA	14-AGO-12
ING. PROYECTO.		REVISADO: M.OLIVARES	14-AGO-12
GTE. INGENIERIA		PREPARED: W.MATA	12-SEP-12
		CHECKED: M.ROJAS	12-SEP-12
		SUPV. CIBIC:	
		GTE. INGENIERIA	F.CERON

Job No. 25635 PLANO BECHTEL N° 25635-220-DB-0340-00008

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECHTEL ALLIANCE
ESPEADORES DE CONCENTRADO
INSERTOS APOYO CENTRAL
PLANTA Y SECCIONES

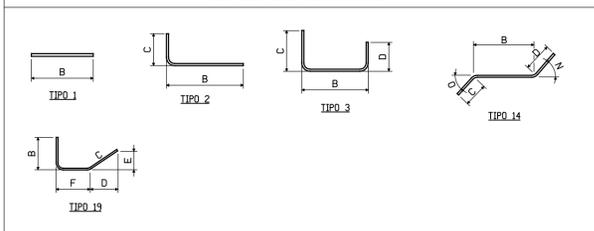


PLAN - WALL SEGMENT-1 & SEGMENT-2
QTY.=6 NOS.

LISTA DE BARRAS

ID	LONG.	CANT.	A	G	B	C	D	E	F	H	J	K	N	O	OBSERVACION
1 16 01	1930	943	19		400	600	600	110	930						
16 02	2070	948	14		1240	230	600							81	81
16 03	2510	943	3		1900	230	380								
16 04	1900	5	3		1290	230	380								
5 16 05	1320	5	19		400	600	600	110	320						
16 06	3650	1902	2		3360	300									
16 07	1200	954	3		200	500	500								
20 01	11000	368	1		11000										R-30250
20 02	3900	120	1		3900										R-30250
10 20 03	11000	368	1		11000										R-30050
20 04	3690	120	1		3690										R-30050
20 05	11000	18	1		11000										R-30150
20 06	3800	6	1		3800										R-30150
25 01	11000	51	1		11000										R-30925
25 02	11000	34	1		11000										R-30735
25 03	11000	34	1		11000										R-30545
25 04	11000	36	1		11000										R-30355
25 05	11000	36	1		11000										R-30165
25 06	11000	36	1		11000										R-29975
20 25 07	11000	36	1		11000										R-29785
25 08	11000	36	1		11000										R-29595
25 09	11000	36	1		11000										R-29405
25 10	11000	36	1		11000										R-29215
25 11	11000	54	1		11000										R-29025
25 12	8200	18	1		8200										R-30925
25 13	8000	12	1		8000										R-30735
25 14	7800	12	1		7800										R-30545
25 15	7600	12	1		7600										R-30355
25 16	7400	12	1		7400										R-30165
30 25 17	7200	12	1		7200										R-29975
25 18	7000	12	1		7000										R-29785
25 19	6800	12	1		6800										R-29595
25 20	6600	12	1		6600										R-29405
25 21	6400	12	1		6400										R-29215
35 25 22	6200	18	1		6200										R-29025
25 23	5900	3	1		5900										R-30925
25 24	5840	2	1		5840										R-30735
25 25	5760	2	1		5760										R-30545
25 26	4110	3	1		4110										R-30355
40 25 27	4180	2	1		4180										R-30165
25 28	4260	2	1		4260										R-30050
25 29	2500	6	1		2500										R-30545
25 30	2050	3	1		2050										
25 31	1540	6	2		1140	400									

TIPOS DE BARRAS



CUBICACION (Kg)

DIAMETRO	BARRAS RECTAS	BARRAS DOBLADAS	ESTRIBOS	PESO TOTAL
8				
10				
12				
13				
16		22525		22525
20	22323			22323
25	22362	36		22397
32				
35				
Total	44684	22561		67245

This is a copy of the original drawing. It is not to be used for construction. It is for reference only. All dimensions are in millimeters and levels are in meters.

Rev. N°	FECHA	REVISION	AKS	TKD	MB	VL	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	19-JUN-12	ISSUED FOR CONSTRUCTION	AKS	TKD	MB	VL				
A	07-JUN-12	ISSUED FOR REVIEW	AKS	TKD	MB	VL				

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS & LEVELS ARE IN METER.
2. FOR GENERAL NOTES REFER DRAWING NO. 25635-220-DG-0000-00001.
3. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH DRAWING NO. 25635-220-DG-0340-00001.
4. FOR GA DRAWING REFER DRAWING NO. 25635-220-DB-0340-00001.
5. REINFORCEMENT BARS SHALL BE OF GRADE ASTM A615 GR.60.
6. FOR TEAMWORKS REPORT 25635-220-DGR-0340-A2B002 REFER ESP 0340AD02B (CONCENTRATE THICKENER).

Bechtel Chile Ltda.

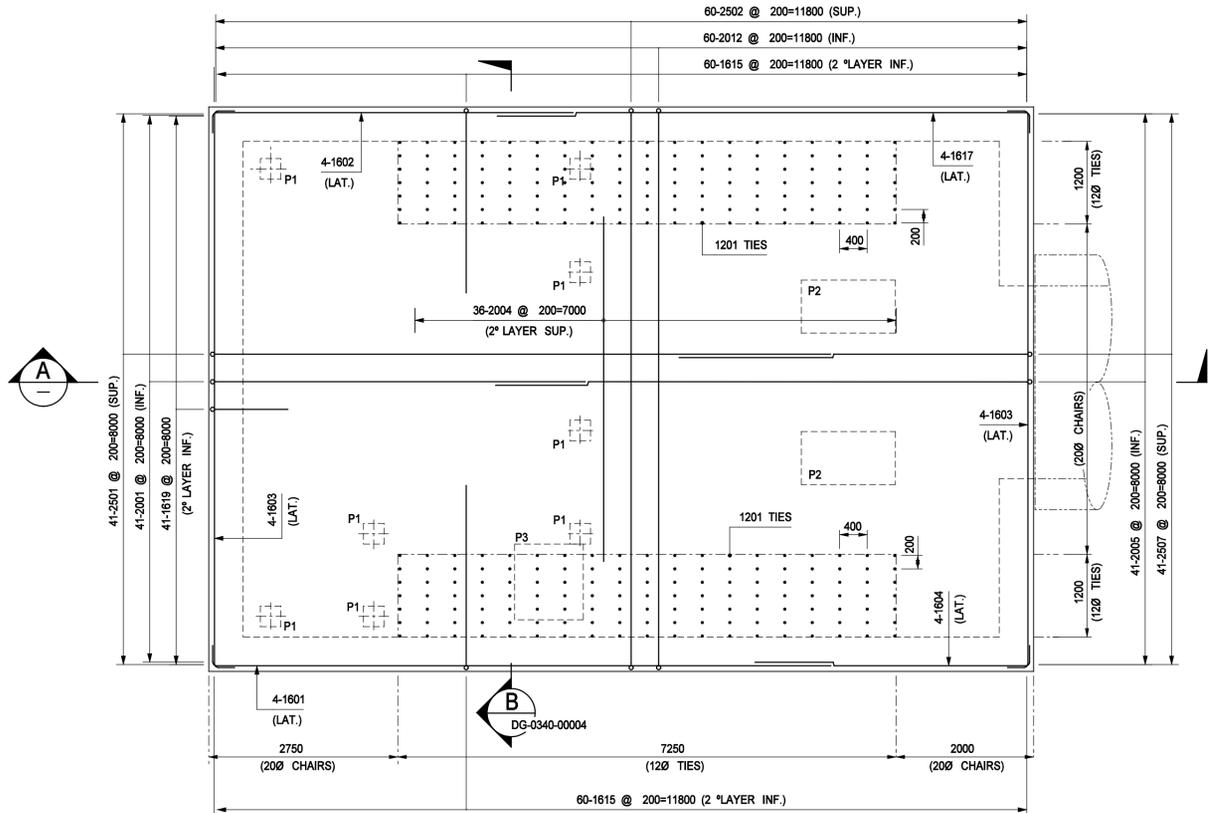
APROBACION	FECHA	ESCALA: SCALE 1:50	FECHA
XSTRATA		DISEÑO POR: J PARRA	DIBUJADO A SHIVASTAVA
ING. PROYECTO		CHEQUEO POR: T K DATTA	SUPV. DISC: M BERA
GTE. INGENIERIA		ING. PROYECTO	V LOOTHTRA
		GTE. INGENIERIA	V LOOTHTRA

Job No. 25635 PLANO BECHTEL N° 25635-220-DG-0340-00002

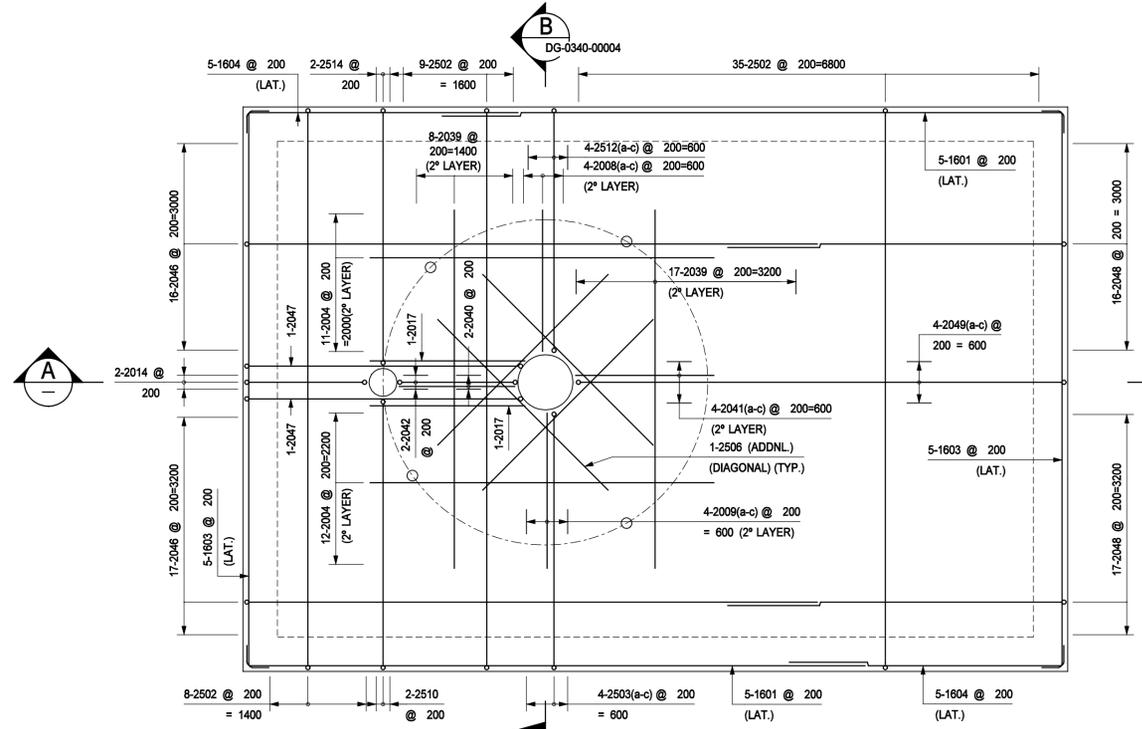
PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECHTEL ALLIANCE

FACILITY 0340 (ESP 0340AD02B)
CONCENTRATE THICKENER
WALL PLAN & BAR BENDING SCHEDULE

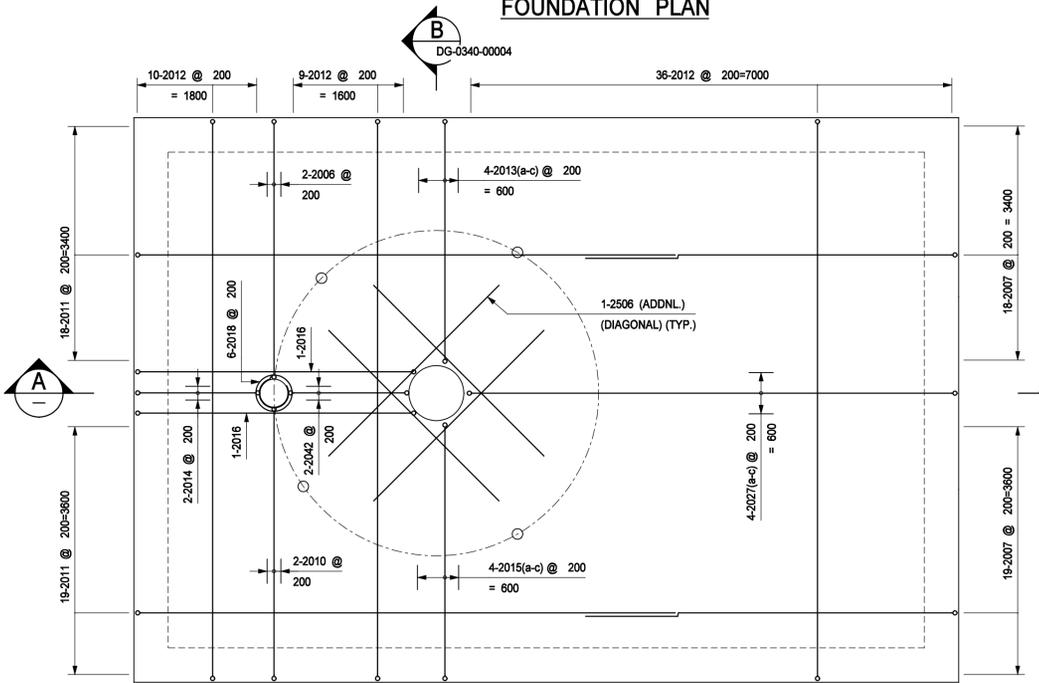
FECHA: 6/19/2012 HORA: 1:33:24 PM USUARIO: alpha



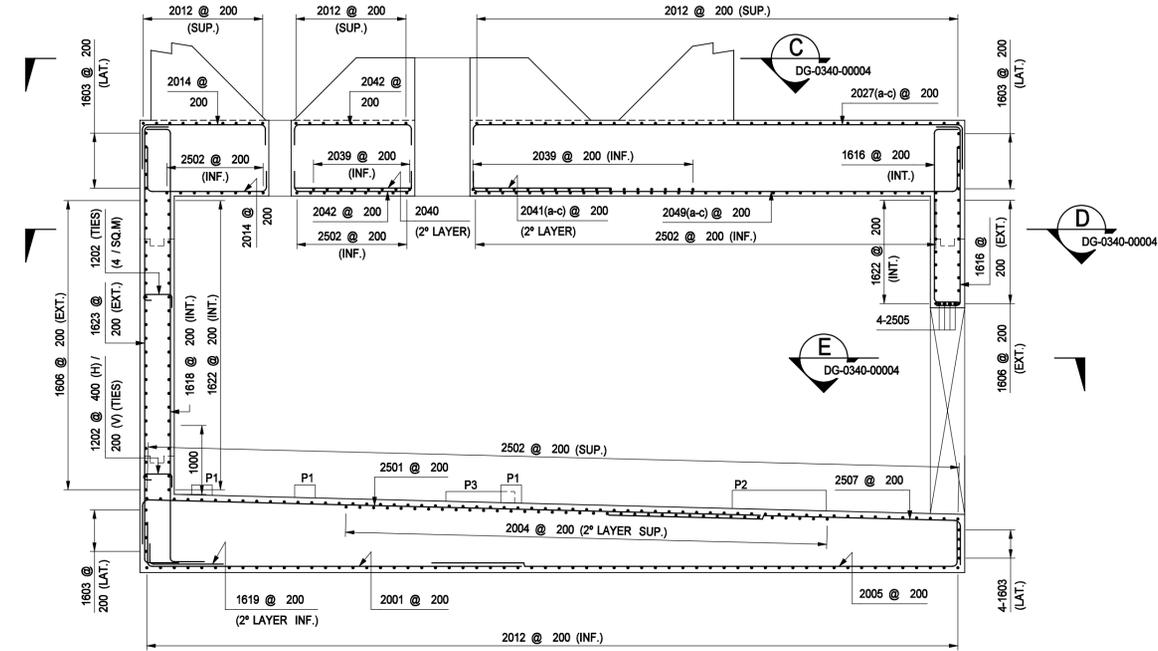
FOUNDATION PLAN



PLAN - INFERIOR REBARS OF TOP SLAB



PLAN - SUPERIOR REBARS OF TOP SLAB



SECTION A

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS & LEVELS ARE IN METER.
2. FOR GENERAL NOTES REFER DRAWING NO. 25635-220-DG-0000-00001.
3. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH DRAWING NO. 25635-220-DG-0340-00004 @ 00006.
4. FOR GA DRAWING REFER DRAWING NO. 25635-220-DB-0340-00003.
5. REINFORCEMENT BARS SHALL BE OF GRADE ASTM A615 GR.60.

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION	FECHA	ESCALA: SCALE 1:50	FECHA
ING. PROYECTO		DISEÑO J. PARRA	DIBUJADO D. KUMAR
GTE. INGENIERIA		CHEQUEO T. K. DATTA	SUPV. M. BERA
		ING. PROYECTO V. LOOTHTRA	28-AUG-12
		GTE. INGENIERIA V. LOOTHTRA	28-AUG-12

Job No. 25635 PLANO BECTHEL N° 25635-220-DG-0340-00003

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA XSTRATA BECTHEL ALLIANCE

FACILITY 0340 (ESP 0340AD01A)
CONCENTRATE THICKENER
CENTRAL SUPPORT-FOUND., TOP PLAN & SEC.

PLANO CLIENTE N° 0

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEQ.	SUPV.	ING. PROY.	VL	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO	NOTAS
0	28-AUG-12	ISSUED FOR CONSTRUCTION	DK	TKD	MB	VL					
A	23-AUG-12	ISSUED FOR REVIEW	DK	TKD	MB	VL					

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

B

A

B

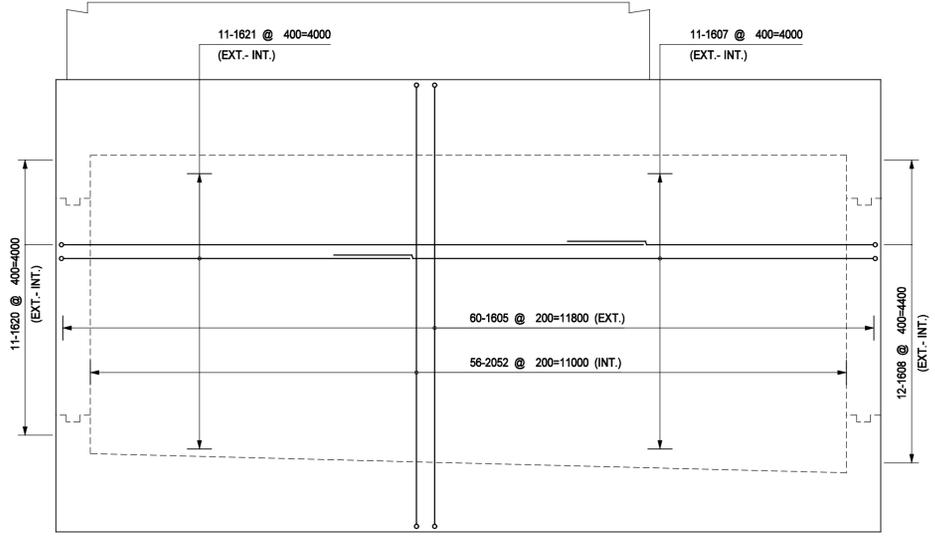
C

D

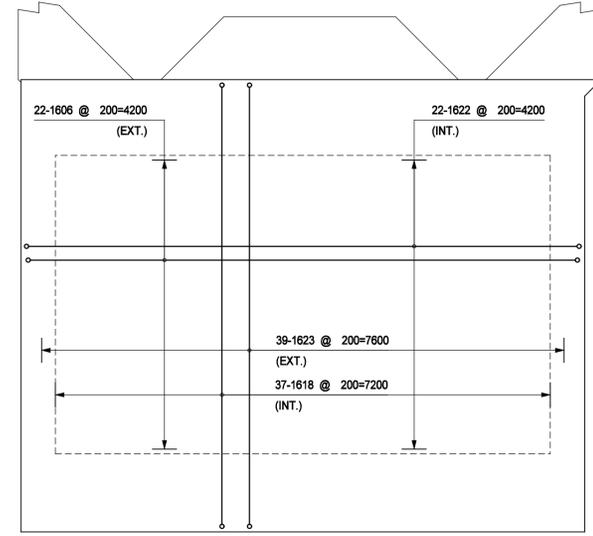
E

F

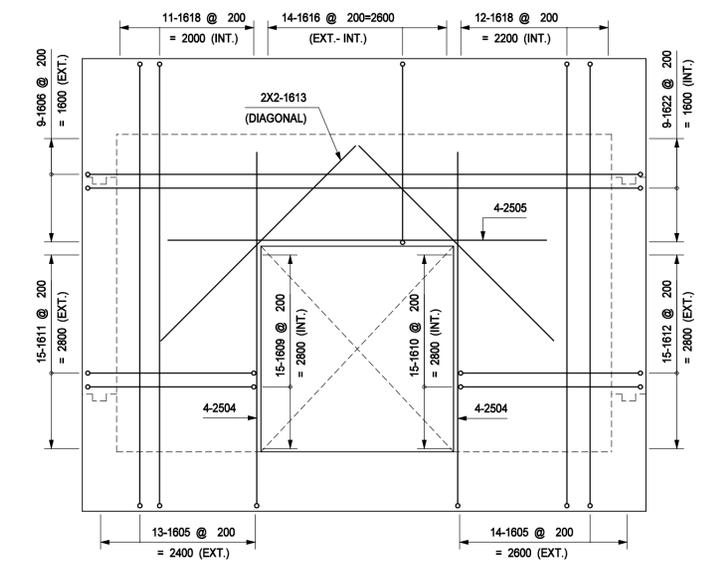
G



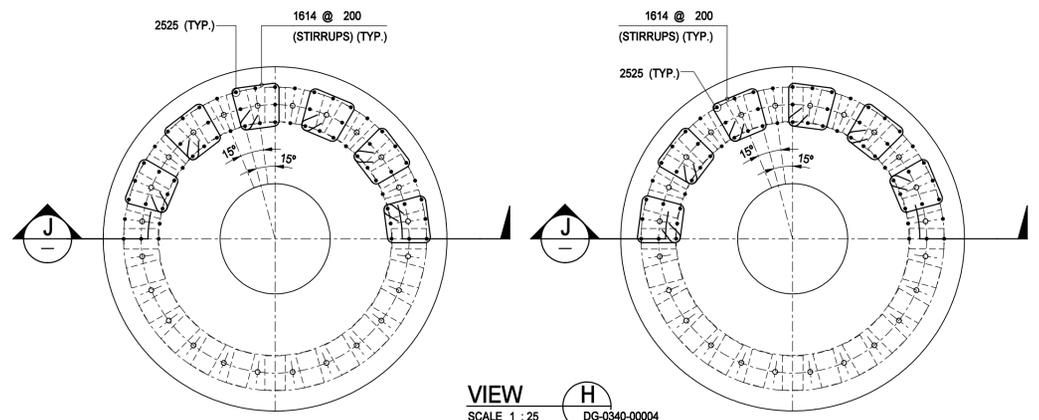
ELEVATION - WALL M1 & M2
QTY. - 1 NO. EACH



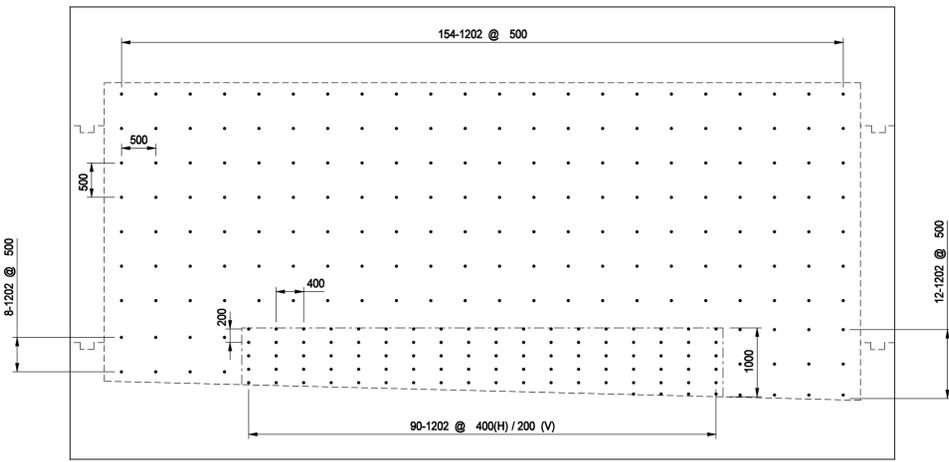
ELEVATION - WALL M3
QTY. - 1 NO.



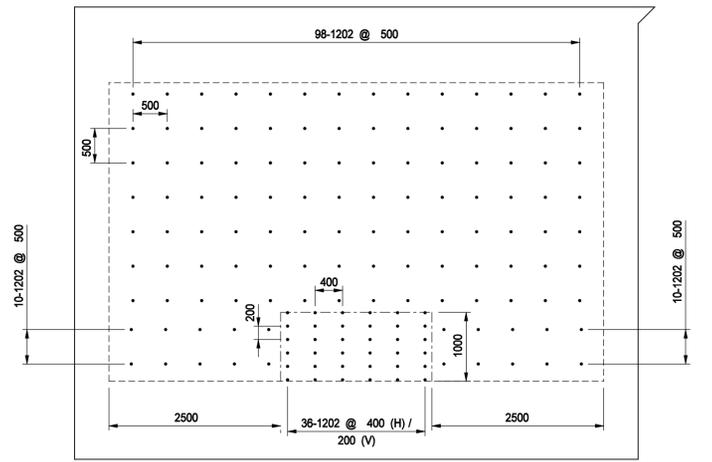
ELEVATION - WALL M4
QTY. - 1 NO.



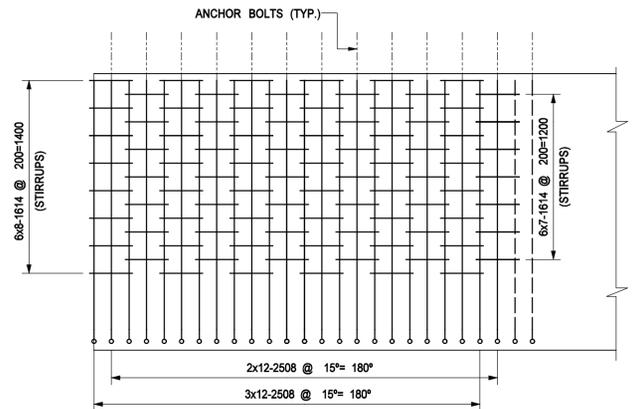
VIEW
SCALE 1 : 25
DG-0340-00004



WALL M1 & M2 (TIES DETAIL)
QTY. - 1 NO. EACH



WALL M3 (TIES DETAIL)
QTY. - 1 NO.



SECTION
SCALE 1 : 25

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEQ.	SUPV.	INS. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	28-AUG-12	ISSUED FOR CONSTRUCTION	DK	TKD	MB	VL			
A	23-AUG-12	ISSUED FOR REVIEW	DK	TKD	MB	VL			

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS & LEVELS ARE IN METER.
2. FOR GENERAL NOTES REFER DRAWING NO. 25635-220-DG-0000-00001.
3. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH DRAWING NO. 25635-220-DG-0340-00003, 00004 & 00006.
4. FOR GA DRAWING REFER DRAWING NO. 25635-220-DB-0340-00003.
5. REINFORCEMENT BARS SHALL BE OF GRADE ASTM A615 GR.60.

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION		ESCALA: SCALE 1:50	FECHA
XSTRATA	FECHA	DISEÑO POR: J PARRA	DIBUJADO POR: D KUMAR
ING. PROYECTO		CHEQUEO POR: T K DATTA	SUPV. DISC: M BERA
GTE. INGENIERIA		ING. PROYECTO: V LOOTTHRA	GTE. INGENIERIA: V LOOTTHRA

Job No. 25635 PLANO BECTHEL N° 25635-220-DG-0340-00005

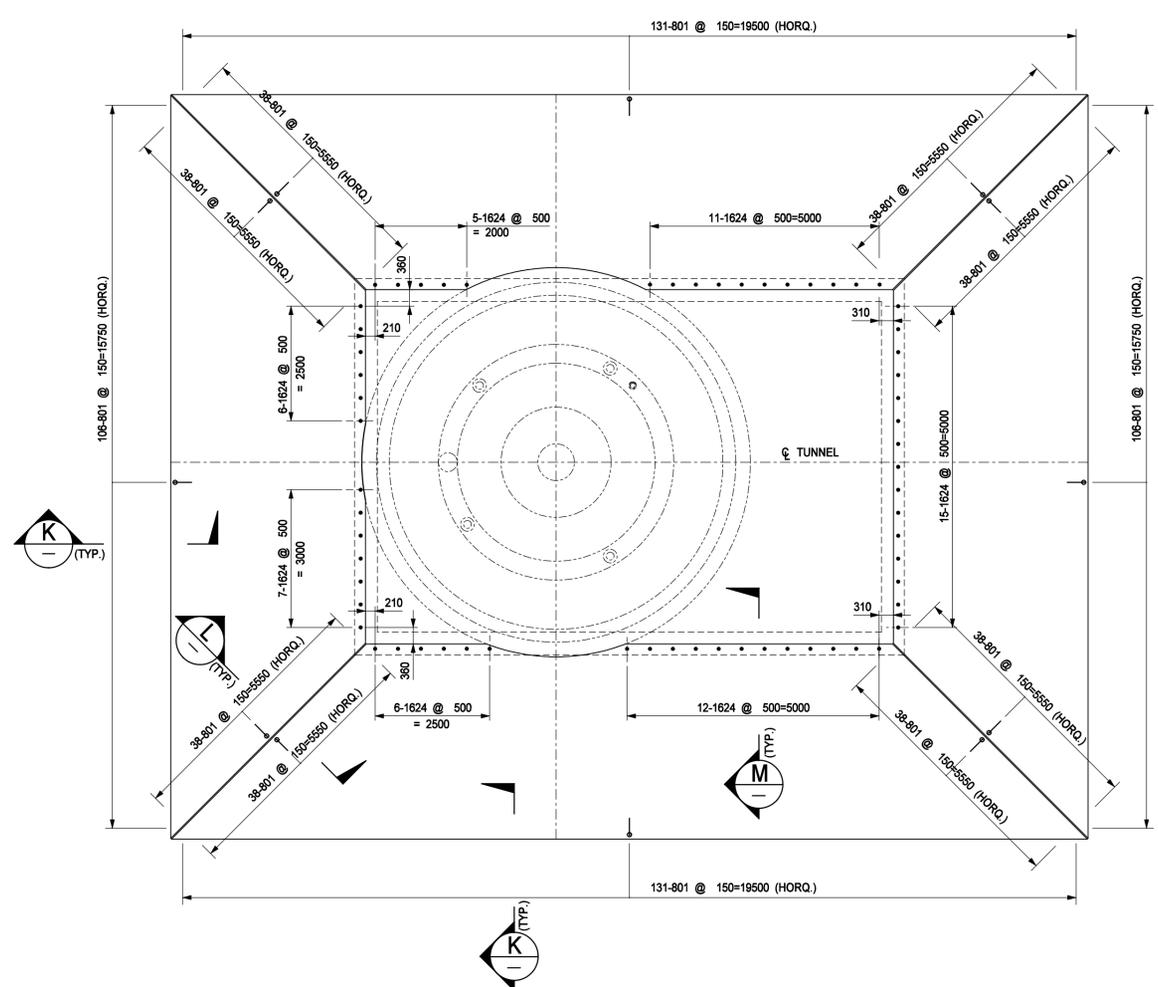
PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECTHEL ALLIANCE

FACILITY 0340 (ESP 0340AD01A)
CONCENTRATE THICKENER
CENTRAL SUPPORT-WALLS ELEV., VIEW & SEC.

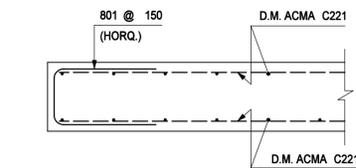
FECHA: 8/28/2012 HORA: 10:08:04 AM USUARIO: dumar
ARCHIVO: R13_STRUCTUREL/REBAR-DETAILING/ISSUED DRAWINGS/0340/Rev-025635-220-DG-0340-00005.dgn

A
B

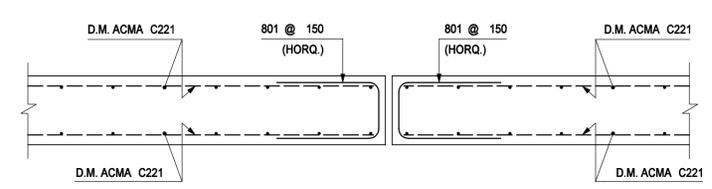
A
B



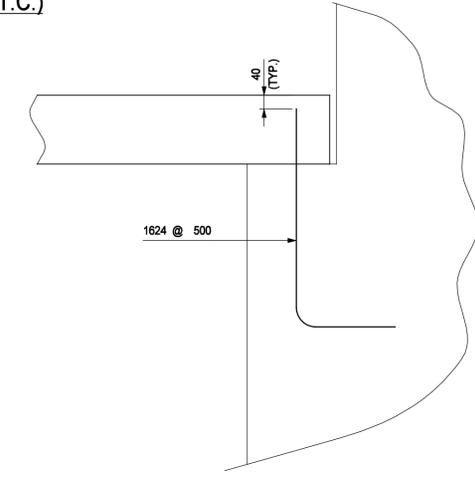
PLAN - SLAB AT EL. 4160.450(T.C.)
SCALE 1 : 75



SECTION K
SCALE 1 : 10



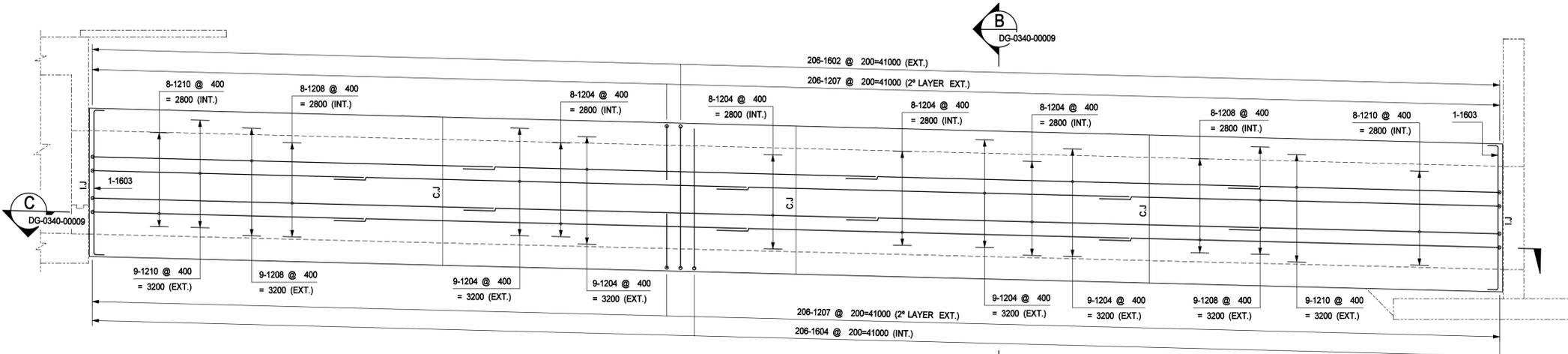
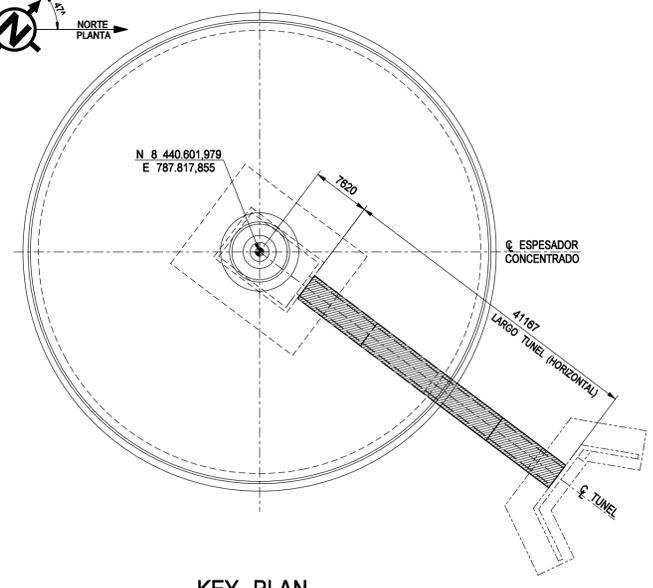
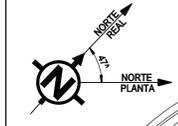
SECTION L
SCALE 1 : 10



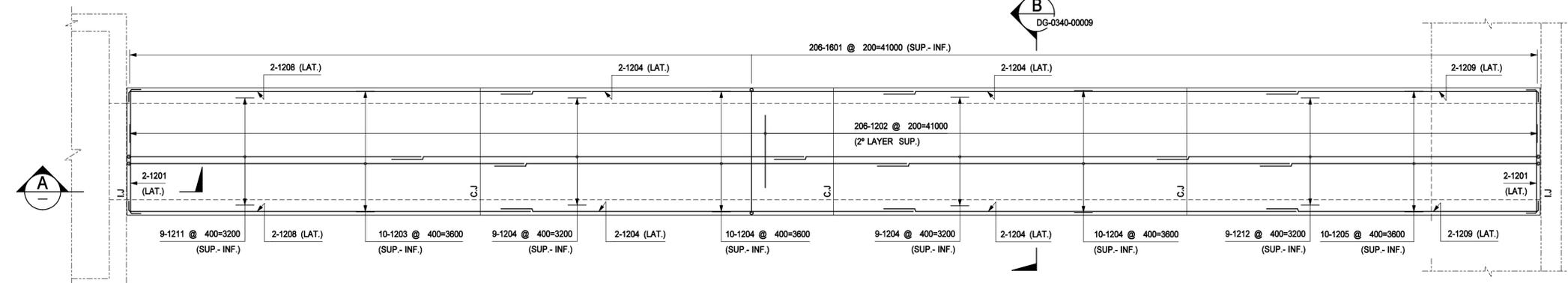
SECTION M
SCALE 1 : 10

ITEM	D	M	A	LONG.	CANT.	P	O	A	G	B	C	D	E	F	H	J	K	N	O	OBSERVACION
1	8	01		720	778	3				120	300	300								
5	12	01a		1320	42	12	180			940	200									
5	12	01b		1290	42	12	180			910	200									
5	12	01c		1260	42	12	180			880	200									
5	12	01d		1230	42	12	180			850	200									
5	12	01e		1200	42	12	180			820	200									
5	12	01f		1170	42	12	180			790	200									
5	12	01g		1140	42	12	180			760	200									
5	12	02		780	690	12	180			380	200									
10	16	01		9300	14	2				9000	300									
10	16	02		5550	4	2				5250	300									
10	16	03		8650	18	3				8050	300	300								
10	16	04		4250	14	2				3950	300									
10	16	05		7260	147	3				6410	350	500								
10	16	06		9020	31	3				8020	500	500								
10	16	07		8290	44	2				7790	500									
10	16	08		4920	48	2				4420	500									
10	16	09		3300	15	6				2450	500	350								
10	16	10		3500	15	6				2650	500	350								
10	16	11		3310	15	3				2460	350	500								
10	16	12		3510	15	3				2660	350	500								
10	16	13		4000	4	1				4000										
10	16	14		1650	180	30	380			330	290	40	330							
10	16	15		2930	120	2				2630	300									
10	16	16		3310	28	3				2610	350	350								
10	16	17		8000	4	2				7700	300									
10	16	18		7240	60	6				6390	500	350								
10	16	19		1380	41	2				1080	300									
10	16	20		9000	44	2				8500	500									
10	16	21		5600	44	2				5100	500									
10	16	22		8990	31	3				7990	500	500								
10	16	23		7220	36	3				6370	350	500								
10	16	24		690	60	2				690	300									
20	01			6100	41	2				5450	650									
20	02			9410	6	25				8410	3850									
20	03			10390	15	25				10389	4340									
20	04			5000	59	1				5000										
20	05			8350	41	2				7700	650									
20	06			4700	2	3				3750	500	650								
20	07			5950	37	2				5300	650									
20	08			2200	1	1				2200										
20	09			2070	2	1				2070										
20	09c			2130	1	1				2130										
20	09a			2340	1	1				2340										
20	09b			2280	2	1				2280										
20	09c			2380	1	1				2380										
20	10			4900	2	3				3950	650	300								
20	11			8500	37	2				7850	650									
20	12			9350	115	3				8050	650	650								
20	13a			4530	1	3				3680	300	650								
20	13b			4440	2	3				3490	300	650								
20	13c			4560	1	3				3610	300	650								
20	14			2700	4	3				1750	300	650								
20	15a			4720	1	3				3770	300	650								
20	15b			4630	2	3				3680	300	650								
20	15c			4780	1	3				3810	300	650								

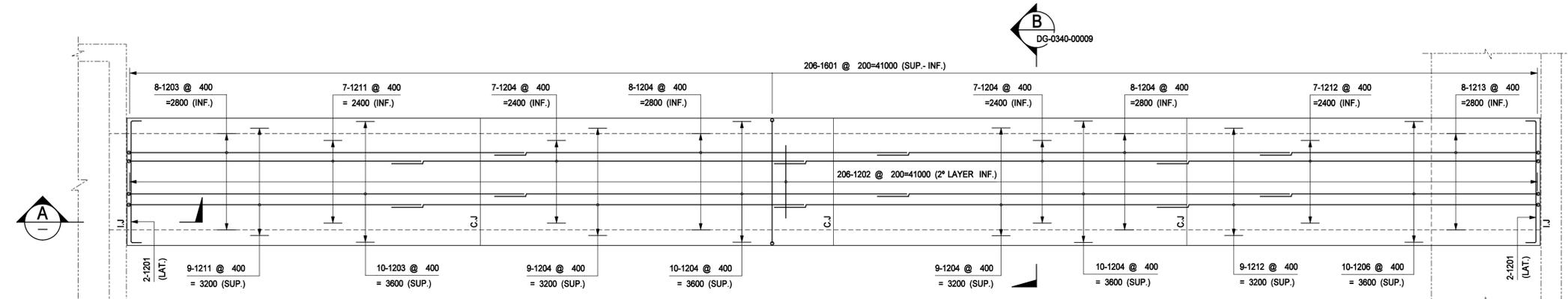
ITEM	D	M	A	LONG.	CANT.	P	O	A	G	B	C	D	E	F	H	J	K	N	O	OBSERVACION	
20	16			9000	2	3				4050	650	300									
20	17			2250	2	1				2250											
20	18			3070	6	24				1300	260										
60	20	19		8950	3	25				8950	3630										
60	20	20		8940	3	25				8940	3490										
60	20	21		8240	3	25				8240	3240										
60	20	22		8050	3	25				8050	3200										
60	20	23		7750	3	25				7750	3060										
65	20	24		7460	3	25				7460	2910										
65	20	25		7170	3	25				7170	2770										
65	20	26		6880	3	25				6880	2630										
65	20	27a		8140	1	3				7190	300	650									
65	20	27b		8040	2	3				7090	300	650									
70	20	27c		8140	1	3				7190	300	650									
70	20	28		4290	10	24				1300	450										
70	20	29		5290	1	24				1300	610										
70	20	30		6570	1	24				1300	820										
70	20	31		7820	1	24				1300	1020										
75	20	32		9000	1	24				1300	1210										
75	20	33		7900	2	25				7900	2060										
75	20	34		7500	2	25				7500	1930										
75	20	35		7050	2	25				7050	1780										
75	20	36		6650	2	25				6650	1640										
80	20	37		6300	2	25				6300	1510										
80	20	38		6000	2	25				6000	1370										
80	20	39		5200	25	1				5200											
80	20	40		1700	2	1				1700											
85	20	41a		2110	1	1				2110											
85	20	41b		2010	2	1				2010											
85	20	41c		2110	1	1				2110											
85	20	42		2300	4	3				1700	300	300									
85	20	43		2850	58	99				350	900	350	900	350							
85	20	44		2870	60	99				350	910	350	910	350							
90	20	45		2970	39	99				350	910	350	910	350							
90	20	46		8980	33	2				8230	650										
90	20	47		4950	2	3				4000	650	300									
90	20	48		5470	33	2				4820	650										
90	20	49a		8170	1	3				7220	300	650									
95	20	49b		8070	2	3				7120											



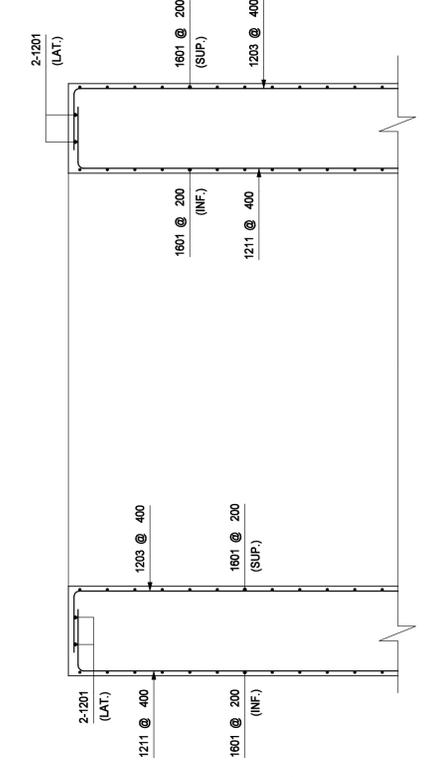
ELEVATION - WALLS



PLAN - BOTTOM SLAB



PLAN - TOP SLAB



SECTION A
SCALE 1:25

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS & LEVELS ARE IN METER.
2. FOR GENERAL NOTES REFER DRAWING NO. 25635-220-DG-0000-00001.
3. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH DRAWING NO. 25635-220-DG-0340-00009.
4. FOR GA DRAWING REFER DRAWING NO. 25635-220-DB-0340-00004.
5. REINFORCEMENT BARS SHALL BE OF GRADE ASTM A615 GR.60.



APROBACION		ESCALA: SCALE 1:75	FECHA
DISEÑO	J PARRA	DIBUJADO	D KUMAR
CHEQUEO	T K DATTA	SUPV. DISC.	M BERA
ING. PROYECTO		ING. PROYECTO	V LOOTHTRA
GTE. INGENIERIA		GTE. INGENIERIA	V LOOTHTRA
Job No. 25635	PLANO BECTHEL N°	25635-220-DG-0340-00008	

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA XSTRATA BECTHEL ALLIANCE

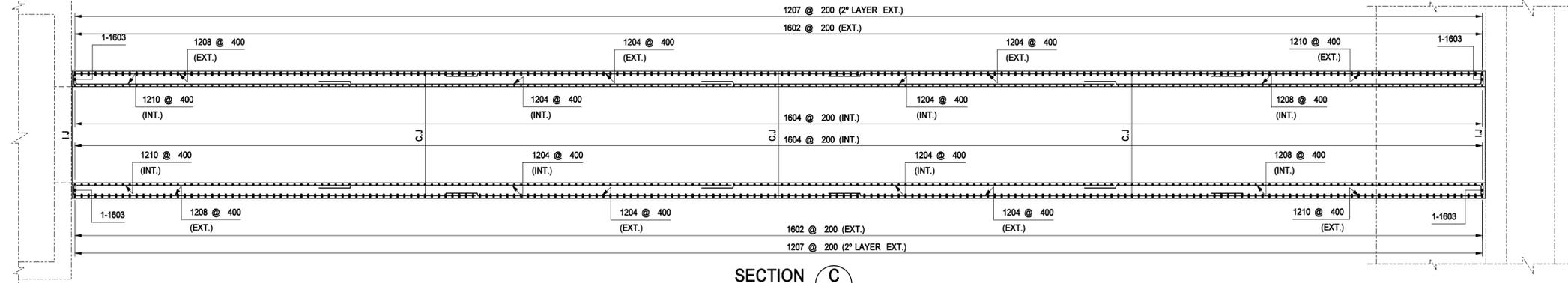
FACILITY 0340 (ESP 0340AD02A)
CONCENTRATE THICKENER
TUNNEL- FOUND. TOP PLAN, WALL ELEV. & SEC.

Rev. N°	FECHA	REVISION	POR	CHEQ.	SUPV.	ING. PROY.	CLIENTE	PLANOS REFERENCIA	NUMERO
0	06-SEP-12	ISSUED FOR CONSTRUCTION	DK	TKD	MB	VL			
A	03-SEP-12	ISSUED FOR REVIEW	DK	TKD	MB	VL			

A

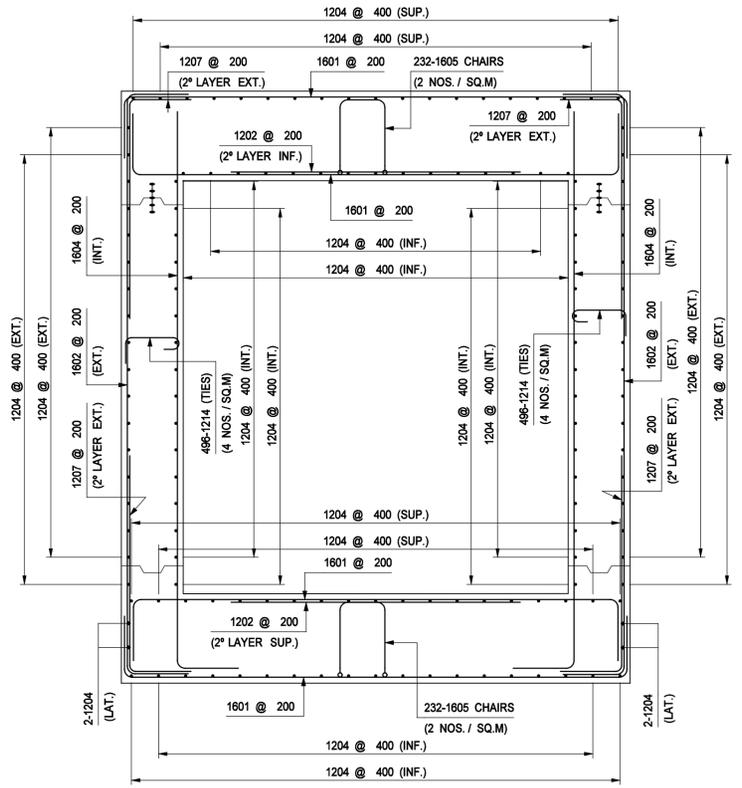
B

SECTION C
DG-0340-00008



B

SECTION B
SCALE 1 : 25
DG-0340-00008



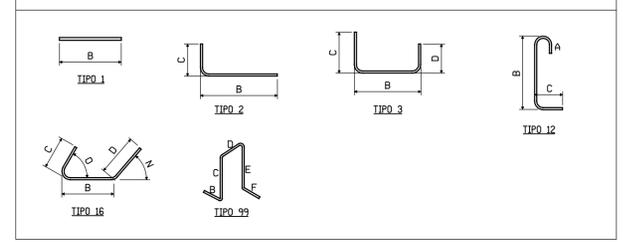
LISTA DE BARRAS

ITEM	DIAMETRO	LONG.	CANT.	TIPO	A	G	B	C	D	E	F	H	J	K	N	O	OBSERVACION
12 01	4120	8	3				3520	300	300								
12 02	2100	412	1				2100										
12 03	12000	38	2				11550	450									
12 04	12000	288	1				12000										
12 05	8470	20	2				8020	450									
12 06	8530	10	2				8080	450									
12 07	2000	824	2				1550	450									
12 08	12000	72	2				11700	300									
12 09	8140	4	2				7840	300									
12 10	8240	88	2				7840	300									
12 11	9000	34	2				8550	450									
12 12	11500	34	2				11050	450									
12 13	8500	8	2				8050	450									
12 14	880	992	12	180			300	200									
18 01	4450	824	3				3550	450	450								
18 02	5020	412	3				4120	450	450								
18 03	4700	4	18				4100	300	300								
18 04	4500	412	2				4050	450									
18 05	2040	484	99				350	480	350	480	350						

CUBICACION (Kg)

DIAMETRO	BARRAS RECTAS	BARRAS DOBLADAS	ESTRIBOS	PESO TOTAL
8				
10				
12	3836	4895		8731
13				
16		13502		13502
20				
25				
32				
35				
Total	3836	18196		22033

TIPOS DE BARRAS



F

G

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS & LEVELS ARE IN METER.
2. FOR GENERAL NOTES REFER DRAWING NO. 25635-220-D0-0000-00001.
3. THIS DRAWING IS TO BE READ IN CONJUNCTION WITH DRAWING NO. 25635-220-DG-0340-00008.
4. FOR GA DRAWING REFER DRAWING NO. 25635-220-DB-0340-00004.
5. REINFORCEMENT BARS SHALL BE OF GRADE ASTM A615 GR.60.
6. FOR TEAMWORK REPORT REFER NO. 25635-220-DGR-0340-A2A009R01

Bechtel Chile Ltda.

APROBACION		ESCALA: SCALE 1:75	FECHA
XSTRATA	FECHA	DISEÑO POR: J PARRA	DIBUJADO POR: D KLUMAR
ING. PROYECTO		CHEQUEO POR: T K DATTA	SUPV. DISC: M BERA
GTE. INGENIERIA		ING. PROYECTO: V LOOTHTRA	06-SEP-12
		GTE. INGENIERIA: V LOOTHTRA	06-SEP-12

Job No. 25635 PLANO BECHTEL N° 25635-220-DG-0340-00009

PROYECTO LAS BAMBAS
XSTRATA BECHTEL ALLIANCE

FACILITY 0340 (ESP 0340AD02A)
CONCENTRATE THICKENER
TUNNEL- SECTIONS & BBS

PLANO CLIENTE N°

FORMATOS MAS USADOS

Anexo E (Muestra)

		PERMISO DE EXCAVACIÓN EN EL SITIO	
SOLICITUD DE PERMISO			
N° DE SOLICITUD:		FECHA:	
N° DE PROYECTO:		NOMBRE DEL PROYECTO:	
NOMBRE DEL SOLICITANTE:		DISCIPLINA:	
SUPERINTENDENTE RESPONSABLE:		FECHA DE TÉRMINO REQUERIDA:	
N° DE DOC. DE REFERENCIA	REV. No.	OBSERVACIONES	
UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EXCAVACIÓN SOLICITADA:			
EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DEL PERMISO			
PUNTOS DE PRECAUCIÓN / RETENCIÓN:			
Notificar al Superintendente Responsable (arriba) si se presentan problemas en la excavación.			
VIGÍA / OBSERVADOR DE EXCAVACIÓN REQUERIDO: <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO			
		NOMBRE	FECHA
REVISIÓN POR DISCIPLINA PRE-EXCAVACIÓN:			
1. ELECTRICIDAD			
2. CAÑERÍAS			
3. CIVIL			
4. SEGURIDAD			
5. TOPOGRAFÍA			
PERSONA COMPETENTE (aprobación para proceder)			
CIERRE DEL PERMISO			
APROBACIONES POSTEXCAVACIÓN:			
• EXCAVACIÓN COMPLETA (Personal Responsable)			
• EXCAVACIÓN CERRADA (Superintendente Responsable)			
DOCUMENTAR LOS MATERIALES O COMPONENTES ENCONTRADOS DURANTE LA EXCAVACIÓN:			
INGENIERO DE TERRENO RESPONSABLE (Nombre Impreso)			
INGENIERO DE TERRENO RESPONSABLE (Firma)		FECHA:	

SWPP 3202, Excavación y Relleno en el Sitio – Rev. 2

Confidencial de Bechtel

© Bechtel Corporation 2001, 20012. Contiene información confidencial y de propiedad de Bechtel o sus afiliados, clientes o proveedores que no se puede usar, reproducir ni revelar sin previa autorización por escrito de Bechtel. Todos los derechos reservados.

Anexo G (Muestra)

SOLICITUD DE PERMISO		
N° DE PERMISO:	FECHA:	N° SOLICITUD CBO:
N° DE PROYECTO:	NOMBRE DEL PROYECTO:	
NOMBRE DE SOLICITANTE:		DISCIPLINA:
SUPERINTENDENTE RESPONSABLE:		FECHA TÉRMINO REQUERIDA:
N° DE DOCUMENTO DE REFERENCIA	N° DE REV.	COMENTARIOS
UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL RELLENO SOLICITADO:		
REQUISITOS DE RELLENO: ESTA ES SOLO UNA MUESTRA (AGREGAR AQUÍ ESPECIFICACIONES Y REQUISITOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO): <input type="checkbox"/> Relleno en capas de 4", 6" (Rodillo de Zanja), u 8" (Caterpillar CS54) capas sueltas a 95% de compactación. Cada capa debe estar probada por CTS. <input type="checkbox"/> Relleno en capas de 6", 8" (Rodillo de Zanja), o 12" (Caterpillar CS54) capas sueltas a 90% de compactación. Cada capa debe estar probada por CTS. <i>Favor notar – TODAS las rocas sobredimensionadas se retirarán de cada izaje antes de la compactación</i>		
EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE PERMISO		
PUNTOS DE PRECAUCIÓN / RETENCIÓN: Notificar al Superintendente Responsable (anterior) si se presentan problemas en la excavación.		
PRESENCIA DE INSPECTOR ESPECIAL REQUERIDA: <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO		
VIGÍA / OBSERVADOR DE RELLENO REQUERIDO: <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO		
	NOMBRE	FECHA
REVISIÓN POR DISCIPLINA DE PRERELLENO:		
1. Electricidad		
2. Cañerías		
3. Civil		
4. Topografía		
5. Seguridad		
6. Inspección CBO		
PERSONA COMPETENTE (aprobación para proceder)		
APROBACIONES POSTRELLENO		
1. Relleno terminado (Persona Responsable)		
2. Relleno cerrado (RS)		
DOCUMENTAR LOS MATERIALES O COMPONENTES ENCONTRADOS DURANTE EL RELLENO:		
INGENIERO DE TERRENO RESPONSABLE (Nombre Impreso)		
INGENIERO DE TERRENO RESPONSABLE (Firma)		FECHA:

SWPP 3202, EXCAVACIÓN Y RELLENO EN EL SITIO – Rev. 2

Confidencial de Bechtel

© Bechtel Corporation 2001, 20012. Contiene información confidencial y de propiedad de Bechtel o sus afiliados, clientes o proveedores que no se puede usar, reproducir ni revelar sin previa autorización por escrito de Bechtel. Todos los derechos reservados.

Anexo B



TARJETA DE VERTIDO DE HORMIGÓN

NÚMERO DE REGISTRO:		FECHA:				
N° PROYECTO:		NOMBRE PROYECTO:				
NOMBRE DEL CONTRATISTA:		FECHA DE VERTIDO:				
IDENTIFICACION DEL VERTIDO:		CANT. VERTIDA:		(LÍNEA NETA)		
SISTEMA:		PAQUETE DE TRABAJO:				
N° DOCUMENTO DE REFERENCIA	N° REV.	COMENTARIOS (lista aplicable para FCR, DCN, etc.)				
N° DISEÑO DE MEZCLA:		RANGO DE ASENTAMIENTO PERMITIDO:				
RESISTENCIA DE DISEÑO:		TAMAÑO MÁXIMO DEL ARIDO:				
MÉTODO DE COLOCACIÓN:		VELOCIDAD DE VERTIDO PERMITIDA:				
MÉTODO DE CURADO:		TERMINACIONES:				
CHECKLIST DE PRECOLOCACIÓN		INICIAL	FECHA	INICIAL	FECHA	N/A
Sub-grado /Preparación de Juntas de Construcción						<input type="checkbox"/>
Encofrado/Moldaje						<input type="checkbox"/>
Línea o cota de vertido						
Barras de Refuerzo						<input type="checkbox"/>
Elementos incrustados::						<input type="checkbox"/>
Anclajes						<input type="checkbox"/>
Acero Misceláneo						<input type="checkbox"/>
Cañerías						<input type="checkbox"/>
Eléctrico						<input type="checkbox"/>
Limpieza interior del moldaje						
Otros (especificar):						<input type="checkbox"/>
Otros (especificar):						<input type="checkbox"/>
Liberación para colocación						
INGENIERO DE TERRENO:		FECHA:				
Número de Guías de Vertido:						
CHECKLIST DE CURADO POST-VERTIDO		INICIAL	FECHA	INICIAL	FECHA	N/A
Aplicación apropiada del acabado						<input type="checkbox"/>
Aplicación apropiada del método de curado						
Protección requerida para clima caliente o frío provisto						<input type="checkbox"/>
Temperatura de curado mantenida						
Topografía Conforme a la obra (As-Built)						
Roturas de Cilindro verificadas						<input type="checkbox"/>
Otros (especificar):						<input type="checkbox"/>
Moldaje removido y reparación de superficie completada						<input type="checkbox"/>
INGENIERO DE TERRENO:		FECHA:				
COMENTARIOS:						
REVISADO POR:		FECHA:				

Anexo F (Muestra)
(Página 2 de 2)**INFORME DIARIO DE SEGURIDAD DE ZANJAS**

20. Enumerar equipo pesado cercano a la operación: _____

21. Equipo pesado en uso en el sitio: _____

22. Personal del contratista por especialidad en el sitio: _____

23. Nombre del supervisor de excavación en el sitio: _____

24. Foto de cumplimiento de la actividad por # y ubicación de estación: _____

25. Condición subsuperficial que presenta cambios con respecto a lo previsto: _____

26. Actividad por estación:
Caja de Zanja _____
Construcción cámara de inspección (*manhole*) _____
Inclinación lateral _____
Arriostramiento _____
Otro _____
27. Observaciones: _____

28. Resolución de Comentarios-Discrepancias: _____

Persona Responsable (Nombre Impreso)_____
Persona Competente (Nombre Impreso)_____
Persona Responsable (Firma)_____
Persona Competente (Firma)**Confidencial de Bechtel**

© Bechtel Corporation 2001, 20012. Contiene información confidencial y de propiedad de Bechtel o sus afiliados, clientes o proveedores que no se puede usar, reproducir ni revelar sin previa autorización por escrito de Bechtel. Todos los derechos reservados.