



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE FLEXIBILIDAD DE TUBERÍA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DE SOPORTES PARA TRANSPORTE DE RELAVES MINEROS”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Kary Fabiola Cerdeira Carpio

Asesor:

Ing. Luis Alfredo Colonio García

Lima – Perú

2018

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por la Bachiller **Kary Fabiola Cerdeira Carpio**, denominada:

“APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE FLEXIBILIDAD DE TUBERÍA PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DE SOPORTES PARA TRANSPORTE DE RELAVES MINEROS”

Ing. Luis Alfredo Colonio García

ASESOR

Ing. Paolo Macetas Porras

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Gerson Elías Vega Rivera

JURADO

Ing. Ronald Villanueva Maguiña

JURADO

DEDICATORIA

A:

Mi madre Justina, por haberme enseñado cuán importante es ser una persona de bien y a nunca rendirse cuando el objetivo realmente vale la pena.

Mis hermanos Aldahir y Gunter, que los adoro y me vean como un ejemplo a seguir.

Mis grandes amigos que son como la familia misma: Sonia, Sandra, Vanessa, Marcos, Edwin y Michael.

Todos mis familiares y grandes personas a las que admiro mucho.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada del Norte, por haber creado el programa Working Adult y que gracias a éste, ha permitido seguir desarrollándome profesionalmente.

Al ingeniero Charles Balboa, por sus grandes enseñanzas y ayuda desde las aulas hasta el final del presente trabajo.

A la empresa BISA y Shouxin, por la facilidad de información con fines académicos para el estudio del presente proyecto.

Al ingeniero Juan Carlos Rivera, por brindar sus conocimientos y experiencia en la parte de tuberías.

A todas las personas que han ayudado aportando un granito de arena directa o indirectamente y para la culminación de este trabajo, agradezco su gran valiosa colaboración.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Antecedentes	12
1.1.1. Información del Proyecto	12
1.1.2. Proyectos Mineros en el Perú	14
1.1.3. Proyecto de Investigación.....	17
1.2. Realidad Problemática	18
1.3. Formulación del Problema	21
1.3.1. Problema General.....	21
1.3.2. Problema Específico	21
1.3.2.1. Problema específico 01	21
1.3.2.2. Problema específico 02	21
1.3.2.3. Problema específico 03	21
1.4. Justificación.....	21
1.5. Objetivo	22
1.5.1. Objetivo General.....	22
1.5.2. Objetivos Específicos.....	22
1.5.2.1. Objetivo específico 1	22
1.5.2.2. Objetivo específico 2	22
1.5.2.3. Objetivo específico 3	22
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Análisis de Flexibilidad de Tubería.....	23
2.1.1. Consideraciones de Cargas.....	24

2.1.1.1.	<i>Descripciones de Carga Básicas</i>	24
2.1.1.2.	<i>Tipos de Tensión</i>	24
2.1.1.3.	<i>Combinación de Cargas</i>	24
2.1.2.	<i>Criterios y análisis estructural</i>	25
2.1.3.	<i>Software de Cálculo Caesar II®</i>	25
2.2.	<i>Soportes de Tubería</i>	26
2.2.1.	<i>Cargas de Diseño</i>	27
2.2.1.1.	<i>Cargas Muertas (D)</i>	27
2.2.1.2.	<i>Cargas Vivas (L)</i>	27
2.2.1.3.	<i>Cargas de Empujes de Tierras (H)</i>	27
2.2.1.4.	<i>Cargas de Sismo (E)</i>	27
2.2.1.5.	<i>Cargas De Viento (W)</i>	29
2.2.1.6.	<i>Combinaciones de Cargas para el Diseño</i>	30
2.2.1.7.	<i>Estabilidad</i>	31
2.2.2.	<i>Tipos de soporte</i>	31
2.2.2.1.	<i>Soporte Tipo guía</i>	32
2.2.2.1.	<i>Soporte de Apoyo Simpe o Anclado</i>	33
2.2.3.	<i>Accesorios de anclaje</i>	33
2.2.3.1.	<i>Pernos de conexión</i>	33
2.2.3.2.	<i>Tuercas y Arandelas</i>	33
2.2.3.3.	<i>Pernos de Anclaje</i>	33
2.2.4.	<i>Acero Estructural</i>	34
2.2.5.	<i>Acero de Refuerzo</i>	34
2.2.6.	<i>Diseño de los soportes</i>	34
2.3.	<i>Definición de términos básicos</i>	34
2.3.1.	<i>Tubería</i>	34
2.3.2.	<i>Flexibilidad</i>	35
2.3.3.	<i>Acero estructural</i>	36
2.3.4.	<i>Soporte</i>	36
2.3.5.	<i>Zapatas</i>	36
2.3.6.	<i>Anclaje</i>	36
2.3.7.	<i>Cargas de Diseño</i>	36

CAPÍTULO 3.	DESARROLLO.....	37
3.1.	Normativas.....	37
3.1.1.	<i>Tuberías.....</i>	37
3.1.2.	<i>Estructuras de concreto y acero.....</i>	37
3.2.	Desarrollo el Objetivo 1.....	38
3.2.1.	<i>Carga muerta (D).....</i>	38
3.2.2.	<i>Cargas vivas (L).....</i>	38
3.2.3.	<i>Carga de Sismo (S).....</i>	39
3.2.4.	<i>Cargas de Servicio.....</i>	39
3.3.	Desarrollo el Objetivo 2.....	41
3.3.1.	<i>Condiciones Ambientales.....</i>	41
3.3.2.	<i>Características del fluido.....</i>	41
3.3.3.	<i>Ubicación de soportes:.....</i>	41
3.4.	Desarrollo el Objetivo 3.....	52
3.4.1.	<i>Geometría y propiedades mecánicas.....</i>	52
3.4.2.	<i>Verificación de la estabilidad al volteo:.....</i>	54
3.4.3.	<i>Verificación de la estabilidad al deslizamiento:.....</i>	59
3.4.4.	<i>Verificación de esfuerzos en el suelo:.....</i>	61
3.4.5.	<i>Diseño de zapata.....</i>	65
3.4.6.	<i>Diseño de pedestal.....</i>	67
3.4.7.	<i>Accesorios de anclaje.....</i>	70
3.5.	Calidad de los Soportes.....	71
CAPÍTULO 4.	RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	72
4.1.	RESULTADOS.....	72
4.1.1.	<i>Resultados del análisis Caesar II®.....</i>	72
4.1.2.	<i>Dimensiones de los soportes.....</i>	77
4.1.3.	<i>Optimización de Volúmenes de concreto.....</i>	80
4.2.	CONCLUSIONES.....	82
4.3.	RECOMENDACIONES.....	83
	REFERENCIAS.....	84
	ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.	Mapa de Ubicación del Proyecto	12
Figura N° 2.	Mapa de Ubicación del área de estudio.....	13
Figura N° 3.	Planta - Estación de Bombeo de Agua de Mar	14
Figura N° 4.	Planta – Soportes para tubería de descarga - Estación de Bombeo 3B.....	15
Figura N° 5.	Elevación – Soportes para tubería de descarga - Estación de Bombeo 3B.....	16
Figura N° 6.	Trazo a mano alzada – Nuevo recorrido de tubería.....	16
Figura N° 7.	Estructura de soporte.....	17
Figura N° 8.	Soporte usado en el apoyo de la tubería	18
Figura N° 9.	Presa de relaves.....	19
Figura N° 10.	Falla de soporte en tubería en minera peruana	20
Figura N° 11.	Falla de soporte de concreto en tubería de acero.....	20
Figura N° 12.	Vibraciones y desplazamiento en una tubería	23
Figura N° 13.	Ejemplo de modelo en Caesar II®	26
Figura N° 14.	Mapa de zonificación sísmica según E030	28
Figura N° 15.	Mapa eólico del Perú	29
Figura N° 16.	Soporte de concreto para tubería aérea	31
Figura N° 17.	Soporte metálico para tubería aérea.....	32
Figura N° 18.	Sistema de concreto y abrazadera en tubería aérea	32
Figura N° 19.	Soporte de concreto y metálico para tubería aérea	33
Figura N° 20.	Colocación o desfile de tuberías de acero	35
Figura N° 21.	Tendido de tuberías HDPE, Ø28 y Ø42”	35
Figura N° 22.	Elevación de zapata típica	38
Figura N° 23.	Geometría zapata típica.....	52
Figura N° 24.	Distancia Hs.....	53
Figura N° 25.	Geometría de fuerzas, momentos y ejes de la zapata.....	56
Figura N° 26.	Dimensiones de la columna.....	67
Figura N° 27.	Geometría de los accesorios de anclaje	70
Figura N° 28.	Planta de Apoyo Simple o Anclado.....	77
Figura N° 29.	Sección A del soporte de apoyo simple	78
Figura N° 30.	Sección B del soporte de apoyo simple	78
Figura N° 31.	Planta de soporte tipo guía	79
Figura N° 32.	Sección A del soporte tipo guía	79
Figura N° 33.	Sección A del soporte tipo guía	80
Figura N° 34.	Planta de soporte simple	80
Figura N° 35.	Planta de soporte tipo guía	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.	Reacciones por combinaciones de carga en el fondo de zapata.....	40
Tabla N° 2.	Lista de soportes para tubería de acero	42
Tabla N° 3.	Lista de soportes para tubería de HPDE	51
Tabla N° 4.	Momentos actuantes y resultantes en los extremos de la zapata.....	57
Tabla N° 5.	Factores de seguridad al volteo con respecto al extremo de la zapata.	58
Tabla N° 6.	Factores de seguridad al deslizamiento.....	60
Tabla N° 7.	Valores de C_3 para diferentes relaciones e_x/B_x y e_y/B_y	63
Tabla N° 8.	Valores de C_3	63
Tabla N° 9.	Esfuerzos en el terreno.....	64
Tabla N° 10.	Momentos y cargas axiales en pedestal.....	68
Tabla N° 11.	Diagrama de interacción alrededor eje 3	69
Tabla N° 12.	Valores para las dimensiones de los accesorios de anclaje	71
Tabla N° 13.	Volúmenes de concreto optimizados	81

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad realizar el análisis y cálculo de soportes de concreto y estructuras a lo largo del recorrido del pipeline de la línea de relaves del PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES para minera SHOUXIN PERU S.A. de acuerdo los códigos, normas, estándares y cargas de diseño de la normativa nacional e internacional vigente. Así mismo, se ha tomado en cuenta los criterios de diseño de tuberías, concreto y estructuras metálicas establecidos por la minera.

El trabajo consta de cuatro capítulos, en el primer capítulo se presenta una descripción del problema que conlleva a realizar la tesis, como es el cálculo de soportes para una línea de descarga de relaves mineros considerando los esfuerzos a los que está sometida, y situaciones reales como antecedentes de proyectos mineros realizados con la finalidad de demostrar que los procedimientos tienen fundamento válido y por ende la obtención de resultados confiables.

En el segundo capítulo, se presentan las bases teóricas para fundamentar el estudio donde se realizarán todos los cálculos necesarios para el óptimo diseño de los soportes.

En el tercer capítulo se desarrolla el trabajo de acuerdo a los objetivos propuestos en el presente estudio. Para la obtención de los esfuerzos de la tubería se realizó el análisis de flexibilidad en el software Caesar II®, los análisis estructurales para el sistema de vigas y columnas en hojas de cálculo en Microsoft Excel.

Cabe señalar que se han tomado geotécnicos y climatológicos, particularmente la elevación del sitio de la planta, la sismicidad de área y las condiciones tales como polvo, vientos y temperaturas.

ABSTRACT

The purpose of this research project was to analyze and calculate concrete supports and structures along the route of the pipeline of the tailings line of the RELAVES GLOBAL EXPLOITATION PROJECT for mining SHOUXIN PERU S.A. according to the codes, standards, standards and design charges of the current national and international regulations. Likewise, the design criteria of the pipes, concrete and metallic structures established by the mining company have been taken into account.

The work consists of four chapters, in the first chapter a description of the problem that leads to the thesis is presented, such as the calculation of supports for a tailings discharge line considering the efforts to which it is subjected, and real situations as background of mining projects carried out with the purpose of demonstrating that the procedures have a valid basis and therefore the obtaining of reliable results.

In the second chapter, the theoretical bases are presented to support the study where all the necessary calculations for the optimal design of the supports will be made.

In the third chapter the work is developed according to the objectives proposed in this study. To obtain the efforts of the pipeline, the analysis of flexibility in the Caesar II® software, the structural analysis for the system of beams and columns in spreadsheets in Microsoft Excel were performed.

It should be noted that geotechnical and climatological measures have been taken, particularly the elevation of the site of the plant, the seismicity of the area and the conditions such as dust, winds and temperatures.

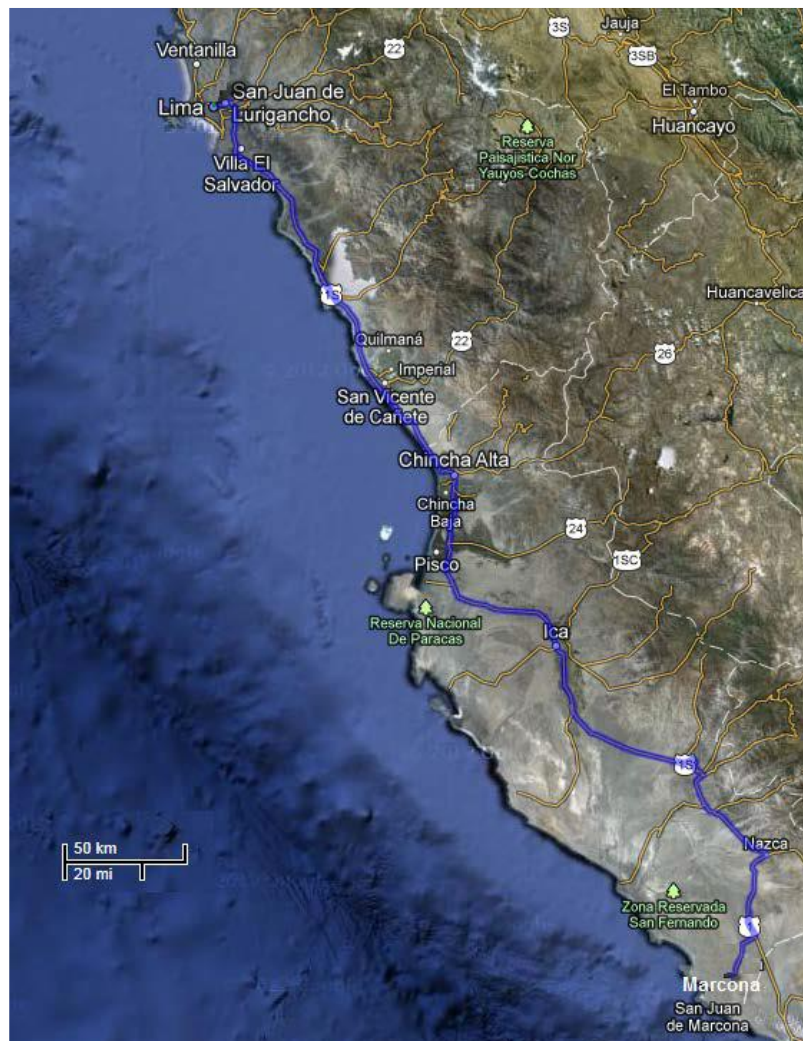
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1. Información del Proyecto

Ubicado en la costa sur del Perú a 530 kilómetros al sur de la ciudad de Lima. Comprendido en el Distrito de Marcona, Provincia de Nazca, Región Ica. Limita por el norte con la Provincia de Nazca; por el sur con la Provincia de Caravelí (Región Arequipa); por el este con la Provincia de Lucanas (Región Ayacucho) y por el oeste con el Océano Pacífico.

Figura N° 1. Mapa de Ubicación del Proyecto



Fuente: Minera Shouxin

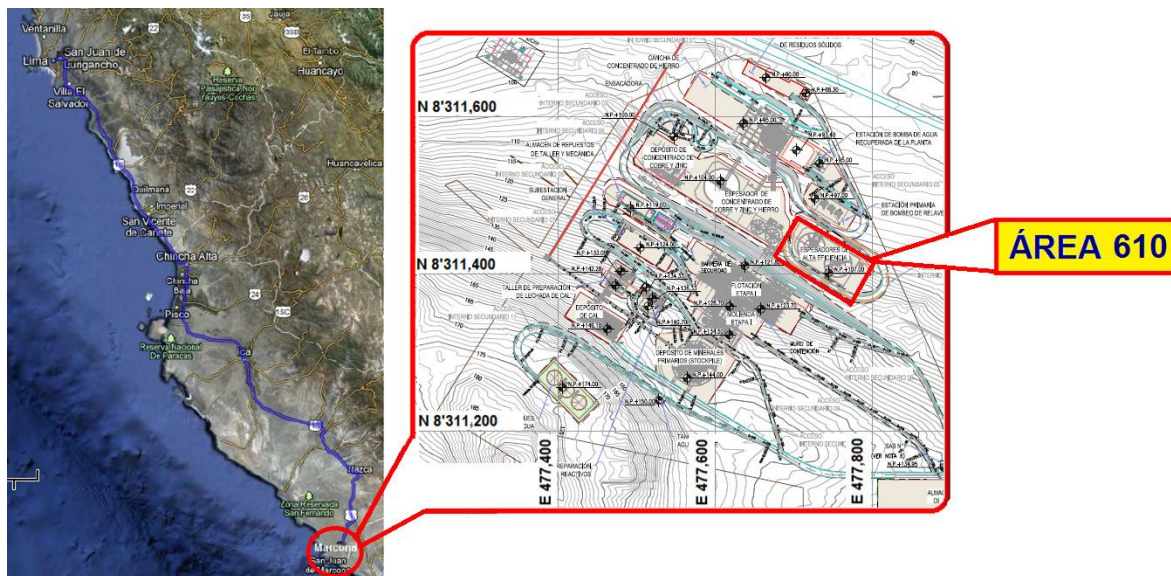
El clima de Marcona está determinado por su ubicación geográfica y proximidad al océano Pacífico. El tiempo es suave y el ambiente tibio. En el verano, el clima es extremadamente seco y en las zonas planas o en las depresiones alejadas del mar, el calor es sofocante. La costa es refrescada por las brisas del Sudeste. En invierno, las zonas más alta (800 msnm) sufren densas neblinas con alta humedad y llovizna.

El promedio mensual de temperatura es de unos 24°C durante el verano. Las más altas temperaturas se han registrado entre los meses de enero y marzo, con un máximo de unos 28.9°C. La temperatura promedio en la zona es de 19.5°C, con ligeras variantes de acuerdo a la estación. Cerca de la costa, la humedad relativa (HR) fluctúa entre el 84% y el 65%. En otras cuencas la humedad fluctúa entre el 44% y el 62%.

En la costa, las fluctuaciones son bajas, entre 4 y 8% durante los meses más húmedos y secos.

El patrón de humedad relativa en la costa, entre mayo y setiembre es mayor que durante los meses entre octubre y abril. Es por ello que existe una permanente neblina que penetra por la franja de la zona minera en los meses más fríos.

Figura N° 2. Mapa de Ubicación del área de estudio



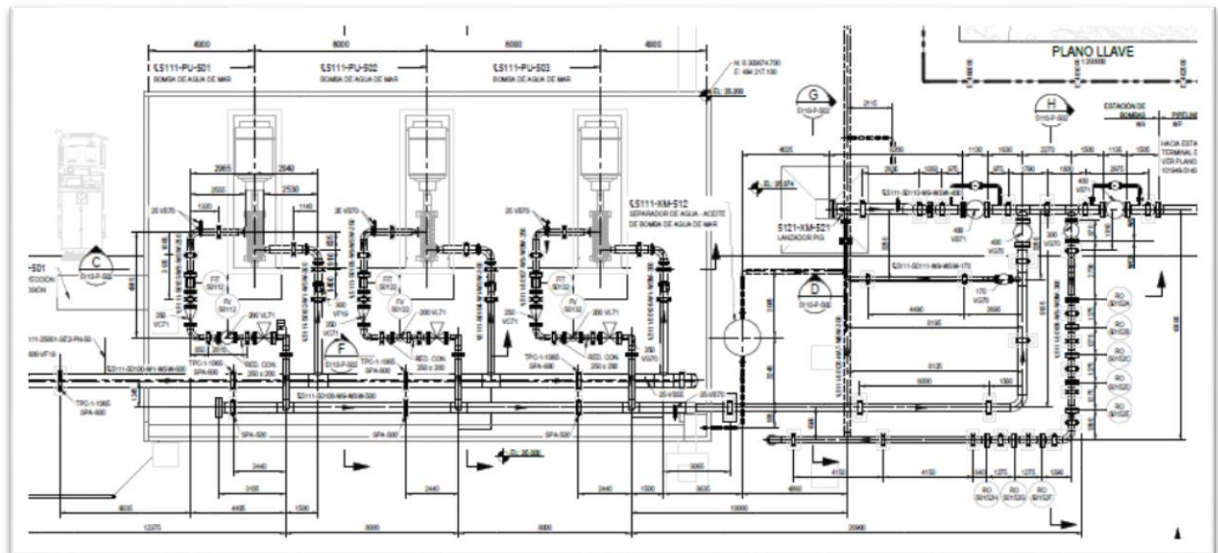
Fuente: Minera Shouxin

Para el desarrollo del cálculo a nivel de Ingeniería de Detalle de soportes del sistema de transporte de relaves, también conocido como pipeline, es necesario visualizar otras ingenierías de proyectos como base al presente diseño.

1.1.2. Proyectos Mineros en el Perú

El proyecto Mina Justa para la empresa Marcobre, ubicado en la provincia de Nazca (que actualmente está en ejecución) contempla el diseño de la planta de operación minera el cual incluye un sistema de tubería de agua de mar (SIAM) más una estación de bombeo, y otro sistema de tubería de relaves conocido también como tailing. En ambos casos las tuberías son de diámetros de 18" y 20", respectivamente. Se han considerado soportes de concreto en ciertos tramos del recorrido de la tubería, como en la zona de acceso a la plataforma de Scrapper, derivación a poza de aguas residuales y descarga en el tramo final, además soportes en la Estación de Bombeo de Agua de Mar. Para todos estos casos, se ha realizado el análisis de flexibilidad para tuberías API 5L y HPDE, e incluido en las cargas de diseño de los soportes mencionados. Este análisis es necesario debido a las altas temperaturas ambientales, líneas sujetas a movimientos externos debido a asentamiento diferencial o cuando los movimientos afectan significativamente los esfuerzos en puntos de empalme o conexión y tramos sujetos al golpe de ariete; así como cruces con vías de acceso principales y quebradas.

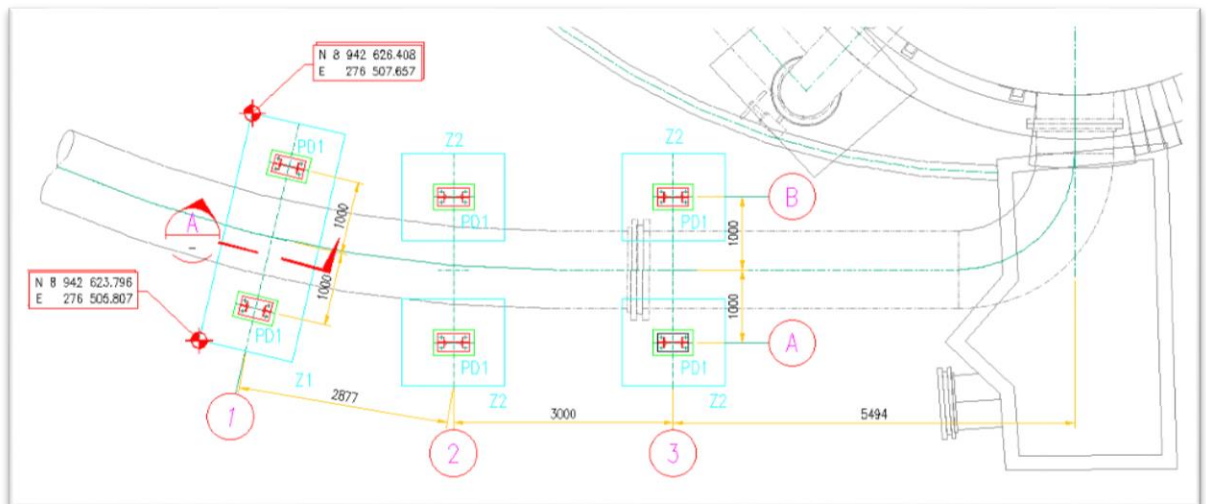
Figura N° 3. Planta - Estación de Bombeo de Agua de Mar



Fuente: Proyecto Mina Justa, recuperado.

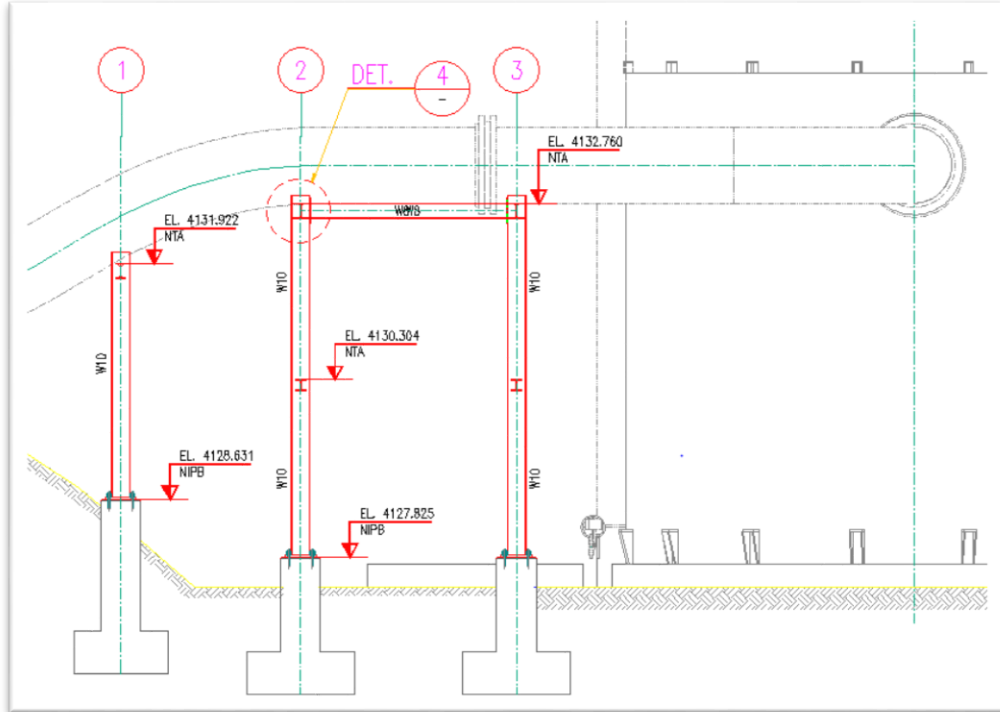
La Ingeniería de Detalle De Dique Para Protección Booster 3, proyecto que consistió en la reubicación de dos estaciones de bombeo y su respectivo sistema tuberías hacia la descarga de agua recuperada para el cliente Antamina, ubicado en la sierra peruana. Estas tuberías son de HDP y acero API 5L en el tramo de la salida de la boquilla de los tanques de cada estación de bombeo. Debido a las condiciones del terreno y la altura de la boquilla, se diseñaron soportes de concreto con accesorios de acero según se muestran en las figuras líneas abajo. Se tomaron perfiles W10 tanto en vigas como en las columnas para una tubería de 28". Para el sistema de tuberías reubicadas, se ha considerado el análisis de flexibilidad en el diseño de los soportes con una vida útil de 3 años de operatividad, esto debido a la capacidad de la poza de almacenamiento que se proyecta una gran modificación a futuro.

Figura N° 4. Planta – Soportes para tubería de descarga - Estación de Bombeo 3B



Fuente: Proyecto Estación Booster, recuperado.

Figura N° 5. Elevación – Soportes para tubería de descarga - Estación de Bombeo 3B



Fuente: Proyecto Estación Booster, recuperado.

Figura N° 6. Trazo a mano alzada – Nuevo recorrido de tubería

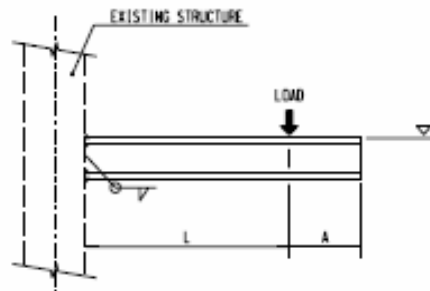


Fuente: Proyecto Estación Booster, recuperado.

1.1.3. Proyecto de Investigación

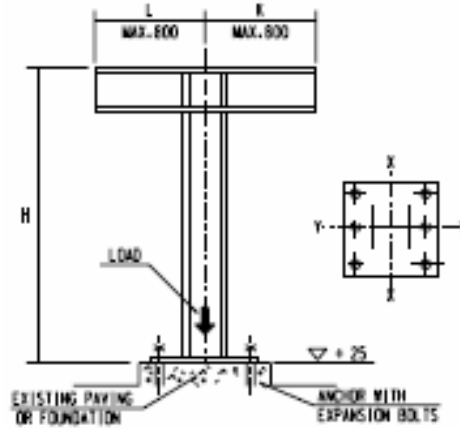
Elaboración del Estándar de Soportería y Detalles Típicos de Tuberías de las Empresas Y&V. El trabajo de Gamboa Medina (2006) abarca todos elementos que conforman un estándar de soportes para futuros sistemas de tuberías que la empresa pueda aplicar en sus proyectos de ingeniería. Este estudio y elaboración de estándares proporcionan a la empresa la totalidad de información para la elección del soporte conforme se vayan diseñando y alineando las tuberías, de acuerdo al uso y tipo de material a transportar. En el estudio se ha considerado las cargas máximas admisibles, peso, rango de diámetros de tubería para el cual aplican, tipo de perfil empleado y a su vez, se han elaborado notas generales sobre instalación y montaje. Además, también se ha incluido el análisis de flexibilidad de tubería el cual incluye: presión de diseño, temperatura de diseño, expansión térmica, entre otros; todo esto analizado y calculado en el software Caesar II® de tal manera que con un alto grado de precisión se determinen los desplazamientos y rotaciones que se generan en el sistema.

Figura N° 7. Estructura de soporte



Fuente: Tesis - Elaboración del Estándar de Soportería y Detalles típicos de tuberías de las empresas Y&V – Juan Gamboa

Figura N° 8. Soporte usado en el apoyo de la tubería



Fuente: Tesis - Elaboración del Estándar de Soportería y Detalles típicos de tuberías de las empresas Y&V – Juan Gamboa

1.2. Realidad Problemática

La industria minera produce desechos tóxicos al final de su proceso llamados relaves, la fluidez o el porcentaje de sólidos de estos desechos en suspensión es alta y por lo que no es factible trasladarlo por gravedad puesto que generaría obstrucción de las tuberías que las transportan, por tal razón se tiene que utilizar un sistema de bombeo.

El punto de partida para el traslado del relave es la estación de bombeo de relaves, que no es más que una agrupación de bombas recíprocas que impulsan el flujo del relave a través de tuberías que circulan por quebradas accidentadas. Estos llegan a un gran almacenamiento llamado presas de relaves.

Figura N° 9. Presa de relaves



Fuente: Proyecto Estación Booster, recuperado

La tubería tiene soportes en toda su longitud, los cuales sirven de apoyo desde la estación de bombeo hasta la presa de relaves y son diseñados según la condición de apoyo de la tubería: apoyo móvil, fijo o empotrado. El punto crítico del sistema de tuberías se encuentra en la estación de bombeo debido a las altas presiones de descarga del material de relaves y el peso propio de la tubería, que en su mayoría son de acero al carbono de grandes diámetros.

Las fuerzas actuantes en la tubería son: las diferencia de presiones, el golpe de ariete, cambios de dirección de la tubería, peso propio, peso específico del fluido y la flexibilidad axial por cambios de temperatura. Si no son considerados adecuadamente, se presentarán problemas en los soportes como por ejemplo asentamientos, deslizamientos, volteo y fractura del concreto armado.

Adicionalmente, se presentan problemas por el cambio de temperatura en la tubería que pocas veces es considerado si el gradiente es pequeño; sin embargo en zonas del Perú donde la topografía es bastante accidentada, se torna importante considerar la flexibilidad de la tubería.

Figura N° 10. Falla de soporte en tubería en minera peruana



Fuente: Pipeline en sierra peruana, recuperado.

Figura N° 11. Falla de soporte de concreto en tubería de acero



Fuente: Pipeline en sierra peruana, recuperado.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿En qué medida el análisis de flexibilidad de tubería optimiza el diseño de soportes para el transporte de relaves mineros?

1.3.2. Problema Específico

1.3.2.1. Problema específico 01

¿Qué criterios han de considerarse para identificar las cargas de diseño para los soportes de tubería?

1.3.2.2. Problema específico 02

¿En qué medida el análisis del comportamiento de la tubería optimiza el diseño de los soportes?

1.3.2.3. Problema específico 03

¿En qué medida se optimizan los volúmenes de los materiales de los soportes en comparación a un diseño sin el análisis de flexibilidad?

1.4. Justificación

La presente investigación tratará los conocimientos teóricos referidos al campo de la ingeniería estructural, así como también mecánica al analizar el comportamiento de la tubería según el material que estén transportando.

En el proceso de diseño y cálculo de los soportes estructurales, es necesario tener en cuenta las distintas situaciones a que van a estar sometidos durante el proceso de ejecución y a lo largo de la vida útil, que depende mucho del uso de las tuberías.

El mundo de la ingeniería estructural está en constante evolución. Cada año se mejoran los procedimientos conocidos y se idean otros nuevos, siempre en busca de optimizar la vida útil y efectividad de los elementos estructurales sometidos a diferentes condiciones de servicio.

1.5. Objetivo

1.5.1. Objetivo General

Aplicar el análisis de flexibilidad de tubería para optimizar los resultados en el diseño de soportes para el transporte de relaves mineros.

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Objetivo específico 1

Identificar las cargas actuantes que se utilizarán en el diseño de soportes de tubería según la normativa vigente.

1.5.2.2. Objetivo específico 2

Analizar el comportamiento de la tubería en el software de cálculo Caesar II® y obtener resultados óptimos para el diseño de los soportes.

1.5.2.3. Objetivo específico 3

Diseñar de los apoyos a lo largo de la línea de relaves.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

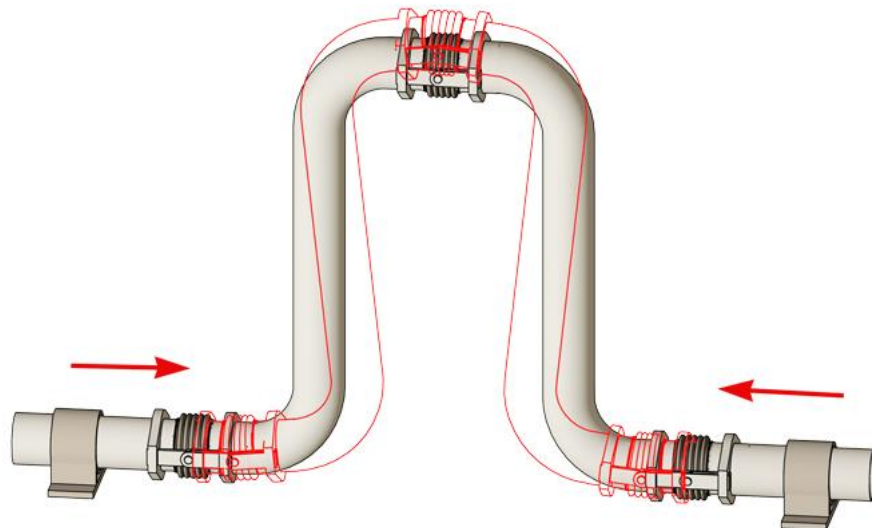
2.1. Análisis de Flexibilidad de Tubería

Consiste en determinar el comportamiento de una tubería, al esfuerzo y deformación, por transportar materiales a temperatura caliente, criogénica o que el recorrido de la tubería sea de una gran longitud. A partir de este estudio de análisis de flexibilidad, resulta el diseño de los soportes a la misma tubería para permitir el desplazamiento de expansión o de contracción de la tubería.

Para determinar los esfuerzos en un sistema de tuberías, es preciso conocer:

- Las condiciones de presión y temperatura de diseño.
- Las especificaciones del material.
- El diámetro de tubería y el espesor de pared.
- El esquema del sistema con sus respectivas dimensiones.

Figura N° 12. Vibraciones y desplazamiento en una tubería



Fuente: arvengraining.com

2.1.1. Consideraciones de Cargas

Los casos de carga analizados, definidos por el código ASME B31.3 son:

2.1.1.1. Descripciones de Carga Básicas

W: Peso Propio (tubería y fluido)

P: Presión de Operación

T: Temperatura de Operación

U: Aceleración o carga uniforme.

2.1.1.2. Tipos de Tensión

(EXP): Expansión

(OPE): Operación

(SUS): Sostenido

(OCC): Ocasional

2.1.1.3. Combinación de Cargas

Las combinaciones de cargas recomendadas por el software e indicadas en los códigos mencionados, utilizados en este análisis son las siguientes:

- 1 (HYD) WW+HP Carga de pruebas hidrostáticas
- 2 (OPE) W+T1+P1 Carga operativa 1
- 3 (OPE) W+T2+P1 Carga operativa 2
- 4 (OPE) W+T1+P1+U1 Carga operativa y Carga Sísmica X
- 5 (OPE) W+T1+P1-U1 Carga operativa y Carga Sísmica -X
- 6 (OPE) W+T1+P1+U2 Carga operativa y Carga Sísmica Y
- 7 (OPE) W+T1+P1-U2 Carga operativa y Carga Sísmica -Y
- 8 (OPE) W+T1+P1+U3 Carga operativa y Carga Sísmica Z
- 9 (OPE) W+T1+P1-U3 Carga operativa 1y Carga Sísmica -Z
- 10 (OPE) W+T1+P1+U1 Carga operativa y Carga Sísmica X
- 11 (OPE) W+T1+P1+U1 Carga operativa y Carga Sísmica X
- 12 (OPE) W+T1+P1+U2 Carga operativa y Carga Sísmica Y
- 13 (OPE) W+T1+P1-U2 Carga operativa y Carga Sísmica -Y
- 14 (OPE) W+T1+P1+U3 Carga operativa y Carga Sísmica Z
- 15 (OPE) W+T1+P1-U3 Carga operativa 1y Carga Sísmica -Z
- 16 (SUS) W+P1 Carga Sostenida

- 17 (EXP) L18=L16-L2 Carga por Expansión
- 18 (OCC) L19=L4-L2 Carga sísmica X
- 19 (OCC) L19=L5-L2 Carga sísmica -X
- 20 (OCC) L20=L6-L2 Carga sísmica Y
- 21 (OCC) L21=L7-L2 Carga sísmica -Y
- 22 (OCC) L22=L8-L2 Carga sísmica Z
- 23 (OCC) L23=L9-L2 Carga sísmica -Z
- 24 (OCC) L24=L10-L2 Carga sísmica X
- 25 (OCC) L25=L11-L2 Carga sísmica -X
- 26 (OCC) L26=L12-L2 Carga sísmica Y
- 27 (OCC) L27=L13-L2 Carga sísmica -Y
- 28 (OCC) L28=L14-L2 Carga sísmica Z
- 29 (OCC) L29=L15-L2 Carga sísmica -Z
- 30 (OCC) L30=L18+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica X (Caso 1)
- 31 (OCC) L31=L19+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica -X (Caso 1)
- 32 (OCC) L32=L20+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica Y (Caso 1)
- 33 (OCC) L33=L21+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica -Y (Caso 1)
- 34 (OCC) L34=L22+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica Z (Caso 1)
- 35 (OCC) L35=L23+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica -Z (Caso 1)
- 36 (OCC) L36=L24+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica X (Caso 2)
- 37 (OCC) L37=L25+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica -X (Caso 2)
- 38 (OCC) L38=L26+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica Y (Caso 2)
- 39 (OCC) L39=L27+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica -Y (Caso 2)
- 40 (OCC) L40=L28+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica Z (Caso 2)
- 41 (OCC) L41=L29+L16 Carga Sostenida y Carga Sísmica -Z (Caso 2)

2.1.2. Criterios y análisis estructural

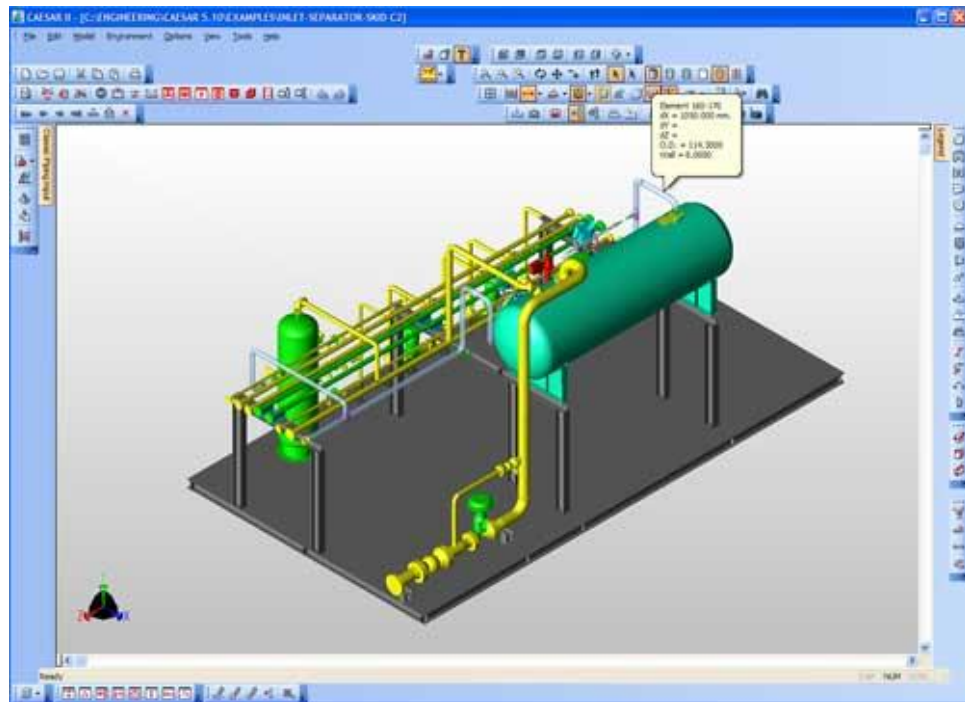
Se toman las combinaciones desde el 30 al 41 para el análisis de esfuerzos y compararlo al esfuerzo según el código aplicable, y los resultados de las combinaciones 4 al 15 para desplazamientos y cargas en los soportes.

2.1.3. Software de Cálculo Caesar II®

Caesar II®, es el software de análisis estructural y de esfuerzos en tuberías en plantas industriales siguiendo los códigos y estándares internacionales. El programa facilita el trabajo de diseño 3D de tuberías, al mismo tiempo que se indica las áreas de atención para el análisis y nos

da una idea de la localización de los esfuerzos generados en el sistema de tuberías. Además, dispone también de un código de colores para representar los esfuerzos y una animación que representa los desplazamientos para todos los casos de estudio.

Figura N° 13. Ejemplo de modelo en Caesar II®



Fuente: CodeCAD.com

Además de la evaluación de los resultados por efectos térmicos, cargas muertas y cargas de presión en un sistema de tuberías, también se analizan los efectos del viento, asentamiento de soportes, cargas sísmicas y ondas de cargas incluyendo efectos no lineales tales como levantamiento de soportes, fricción y cierre de claros. Su capacidad de Análisis dinámico incluye análisis de tiempo histórico, espectros de respuesta harmónica y modal.

2.2. Soportes de Tubería

Todos los soportes de tubería son diseñados para resistir las cargas y combinaciones de cargas estipuladas de acuerdo a los estándares de carga del Reglamento Nacional de Edificaciones E-020 y las estructuras de concreto serán diseñadas por el método de resistencia.

2.2.1. Cargas de Diseño

Son los esfuerzos a los que los soportes serán sometidos durante su vida útil. Las estructuras se analizan y diseñan para soportar es cargas, las que se consideran:

2.2.1.1. Cargas Muertas (D)

Incluye el peso propio de todos los elementos que conforman el sistema estructural a analizar así como las cargas que actúan permanentemente. Los siguientes valores del peso unitario (γ) son usados para:

- Concreto Armado: 2400 Kg/m³
- Acero: 7850 Kg/m³

2.2.1.2. Cargas Vivas (L)

Comprenden las cargas que actuarán sobre la estructura en forma variable y que no son permanentes. Los soportes son diseñados para soportar su peso propio, el peso de la tubería más el peso del material transportado.

2.2.1.3. Cargas de Empujes de Tierras (H)

Para este estudio, se considerará un relleno de material granular con las siguientes características:

Máxima densidad seca: $\gamma = 1900 \text{ Kg/m}^3$

Ángulo de fricción interna: $\phi = 30^\circ$

Cohesión: $c = 0.0$

Coefficiente de empuje activo: $K_a = 0.333$

2.2.1.4. Cargas de Sismo (E)

La evaluación de las cargas de sismo se realizará de acuerdo a lo indicado en la Norma Peruana de diseño sismo resistente E030.

Figura N° 14. Mapa de zonificación sísmica según E030



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.030 Diseño sismo resistente

Los parámetros y la nomenclatura a utilizarse para la evaluación de las fuerzas sísmicas son los siguientes:

Factor de zona: $Z = 0.45$

- Factor de suelo (según el Estudio de Suelos):
- Período que define la plataforma del espectro: $T_p = 0.6s$
- Factor de uso: $U = 1$
- Factor de amplificación sísmica : $C = 2.5(T_p/T) \leq 2.5$

Donde "T" es el periodo fundamental de la estructura.

La norma NTE-E030 nos da la siguiente expresión para evaluar la fuerza sísmica horizontal:

$$V = \frac{ZUSC}{R} \cdot P$$

Dónde:

P: Peso de la estructura

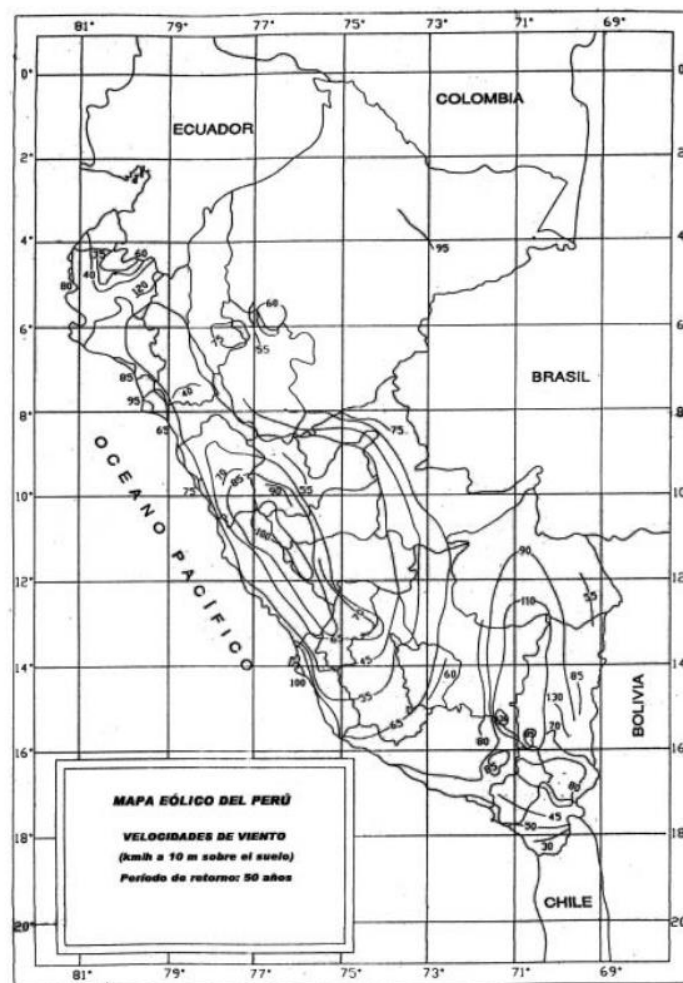
V: Cortante Basal

R: Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

2.2.1.5. Cargas De Viento (W)

Los cálculos se realizarán siguiendo las especificaciones de la Norma E-020 de cargas. Se considera una velocidad básica de viento según el mapa eólico del Perú, $V=90\text{Km/h}$ hasta una altura de 10.0m.

Figura N° 15. Mapa eólico del Perú



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, E.020 Cargas

2.2.1.6. Combinaciones de Cargas para el Diseño

De acuerdo a la condición de diseño que se esté verificando se emplearán las siguientes combinaciones de carga:

Combinaciones de carga para diseño por esfuerzos admisibles:

Comb. 1: D

Comb. 2: D + L

Comb. 3: D ± W

Comb. 4: D ± 0.7E

Comb. 5: 0.75D + 0.75L ± 0.75W

Comb. 6: 0.75D + 0.75L ± 0.525E

Comb. 7: 0.75D + 0.75L + 0.75H

Comb. 8: 0.75D ± 0.75W + 0.75H

Comb. 9: 0.75D ± 0.525E + 0.75H

Comb. 10: 0.67D ± 0.67W

Comb. 11: 0.67D ± 0.47E

Comb. 12: 0.67D + 0.67L ± 0.67W + 0.67H

Comb. 13: 0.67D + 0.67L ± 0.47E + 0.67H

Combinaciones de carga para el diseño por resistencia de elementos de concreto:

Comb. 1: 1.4D+1.7L

Comb. 2: 1.25D+1.25L ± 1.25W

Comb. 3: 0.9D± 1.25W

Comb. 4: 1.25D+1.25L ± E

Comb. 5: 0.9D ± E

Comb. 6: 1.4D+1.7L+1.7H

Comb. 7: 0.9D+1.7H

Dónde:

D: Cargas fijas

L: Plataforma de cargas transitorias, nieve, hielo, presión hidrostática, impactos y cargas por vibración.

E: Cargas sísmicas

W: Cargas de viento

H: Presión de tierra

2.2.1.7. Estabilidad

Para las condiciones de estabilidad de las zapatas se considerarán, de acuerdo a las Normas Peruanas, los siguientes factores de seguridad mínimos:

	Estático	Dinámico
Factor de seguridad al vuelco:	1.5	1.5
Factor de seguridad al deslizamiento:	1.5	1.25

(Se asume un coeficiente de fricción entre el concreto y el suelo de: 0.45)

2.2.2. Tipos de soporte

Los tipos de soporte y su selección están de acuerdo a las normas ASME B31.3. La tubería y sistema de apoyo son diseñados de modo que las deformaciones longitudinales y la fuerza de empuje transmitidas a las estructuras sean reducidas.

Estos son solicitados de acuerdo a la necesidad y diseño por parte de la disciplina piping. A continuación de muestran algunas fotografías como ejemplo:

Figura N° 16. Soporte de concreto para tubería aérea



Fuente: Proyecto Estación Booster, recuperado.

Figura N° 17. Soporte metálico para tubería aérea



Fuente: corrosionclub.blogspot.com

2.2.2.1. Soporte Tipo guía

Son normalmente usados en puntos donde no ocurren movimientos verticales de la tubería.

Las consideraciones de diseño para un soporte simple son: la temperatura de la tubería, para seleccionar el material de la abrazadera y la carga para seleccionar los componentes adecuados para el peso de la tubería implicada.

Figura N° 18. Sistema de concreto y abrazadera en tubería aérea



Fuente: corrosionclub.blogspot.com

2.2.2.1. Soporte de Apoyo Simpe o Anclado

Es utilizado para fijar completamente la tubería en ciertos puntos y está presente en la mayoría de puntos de apoyo del presente recorrido de tubería.

Figura N° 19. Soporte de concreto y metálico para tubería aérea



Fuente: Estación Ticumpinia, recuperado.

2.2.3. Accesorios de anclaje

2.2.3.1. Pernos de conexión

Las conexiones emperradas se emplean como mínimo pernos de $5/8'' \varnothing$ con acero de calidad ASTM A-325 y para elementos secundarios se usarán pernos ASTM A-307 con un diámetro mínimo $5/8'' \varnothing$.

2.2.3.2. Tuercas y Arandelas

Las tuercas son elementos que distribuyen la fuerza de apriete a zonas diferentes de las zonas de la cabeza de la tuerca. Ambos deben cumplir con las especificaciones ASTM A563 y ASTM F436, respectivamente.

2.2.3.3. Pernos de Anclaje

Pernos de anclaje o pernos de cimientos, son utilizados para unir vigas estructurales. Estos son ensayados a tensión para verificar que las propiedades de los materiales no hayan variado según los requerimientos mínimos del ASTM.

2.2.4. Acero Estructural

Para el conjunto de soporte de vigas y columnas se usará acero estructural ASTM-A36, y ASTM A992 y el peso específico del acero será de 7,850 kg/cm³.

Las planchas de conexión tendrán un espesor mínimo de 1/4" (6mm) mientras que los ángulos tendrán un espesor mínimo de 3/16" (5mm).

2.2.5. Acero de Refuerzo

El acero de refuerzo es colocado en el interior del soporte de concreto para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios de temperatura.

Las barras de acero de refuerzo para las estructuras de concreto armado deben cumplir con la norma ASTM A – 615 grado 60 ($F_y=4200$ kg/cm²).

2.2.6. Diseño de los soportes

El análisis y diseño de las estructuras se realizan de la siguiente manera:

- La geometría se realizan de acuerdo a los requerimientos indicados en los arreglos mecánicos.
- El predimensionamiento se realiza tomando en cuenta la geometría y análisis simplificados o aproximados que están en función de las cargas aplicadas.
- El análisis estructural definitivo se realiza empleando un modelo 3D usando el programa de análisis estructural SAP2000, el programa se emplea para extraer los datos del análisis y el diseño de los elementos se realiza en la propia memoria de cálculo adicionando los resultados obtenidos en el Análisis de Flexibilidad.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Tubería

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos como:

- HDPE: El material de esta tubería es polietileno de alta densidad. Se caracteriza por su elevada resistencia a la presión, flexibilidad, resistencia a la corrosión e impacto.
- Tubería API 5L: Tubería de acero al carbono y es utilizada principalmente para el transporte de gas natural y petróleo.

Figura N° 20. Colocación o desfile de tuberías de acero



Fuente: Presentación de proyecto Ductos del Sur, recuperado.

Figura N° 21. Tendido de tuberías HDPE, Ø28 y Ø42"



Fuente: Proyecto Estación Booster, recuperado.

2.3.2. Flexibilidad

Se trata de la disposición de un objeto, en este caso tubería, para ser doblado con facilidad.

2.3.3. Acero estructural

Es una aleación de hierro, carbono y otros elementos, cuya principal función es la de proveer alta resistencia a cargas de gran magnitud.

2.3.4. Soporte

Es uno de los elementos más importantes de una estructura donde se apoya las tuberías, recibidas a su vez por estructuras de acero.

2.3.5. Zapatas

Estructuras de concreto armado que conforman la cimentación de los soportes, cuya función es transmitir las cargas al suelo.

2.3.6. Anclaje

Piezas estructurales que constituyen la conexión entre un elemento estructural de acero con la cimentación o con un elemento estructural de concreto (trabe o columna).

2.3.7. Cargas de Diseño

Se consideran tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración con la que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima.

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. Normativas

3.1.1. Tuberías

Para este caso, cabe señalar que no se va a profundizar el diseño y cálculo de la tubería troncal, más es necesario nombrarlas debido al aplicativo en Caesar II®.

ANSI: American National Standards Institute.

ASME: Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos.

API: American Petroleum Institute.

3.1.2. Estructuras de concreto y acero

Normas Nacionales

RNE Reglamento Nacional de Edificaciones, Perú

NTE E-020 Norma de Cargas

NTE E-030 Norma de Diseño sismo-resistente

NTE E-050 Norma de Suelos y Cimentaciones

NTE E-060 Norma de Diseño en Concreto Armado

NTE E-090 Norma de Diseño en Estructuras Metálicas

Normas Internacionales

ACI 318 "Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary"

ACI 301 "Specifications for Structural Concrete"

ACI 351.3R "Foundations for Dynamic Equipment"

ACI 215.R "Considerations for Design of Concrete Structures Subjected to Fatigue"

ASCE 7-05 "Minimum Design Loads for Building and Other Structures"

IBC -2006 "International Building Code"

Todos los cálculos estructurales serán realizados usando como unidad de medida el sistema métrico Internacional (SI). En los planos de estructuras y de concreto, todas las dimensiones se expresarán en milímetros.

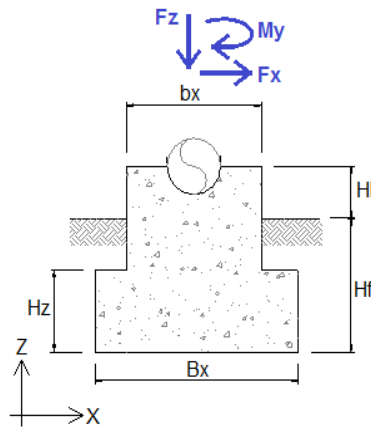
3.2. Desarrollo el Objetivo 1

Identificar las cargas actuantes que se utilizarán en el diseño de soportes de tubería según la normativa vigente.

3.2.1. Carga muerta (D)

El peso propio de la estructura será el peso propio de zapata, el pedestal y el relleno las cuales se adicionarán a las cargas muertas.

Figura N° 22. Elevación de zapata típica



Fuente: Elaboración propia

Pzapata	=	4.32	t
Ppedestal	=	0.78	t
Prelleno	=	1.22	t
PD	=	6.31	t Carga axial en la zapata

Las dimensiones de la zapata se detallan en el desarrollo del objetivo 3.

3.2.2. Cargas vivas (L)

A continuación se muestra una estimación de las cargas que transmite la tubería de 18" en el soporte:

Cargas actuantes tubería 18":

Longitud de tubería horizontal: 6m

Longitud tubería vertical:	0m		
Longitud	6		
Peso Kg/m	522	Fricción Acero	0.4
Peso Ton	3.13	%F. Sísmica	0.3
Fuerza longitudinal CS	1.25		
Fuerza transversal CS	0.94		

3.2.3. Carga de Sismo (S)

Calculo de la fuerza estática equivalente:

Peso sísmico (P): D + 80% LL

De acuerdo a los parámetros de diseño se extrae los siguientes valores:

Z: 0.45 (Zona 4 norma E-030)

U: 1.00 (industria norma E-030)

S: 1.20 (suelos intermedios)

Tp: 0.60 s

Tx: 0.15 s

Ty : 0.54 s

Cx: 2.5

Cy: 2.5

Rx: 6.00 (Arriostres en cruz)

Ry: 3.00 (Péndulo invertido)

Tipo de estructura: regular

Los valores de Sismo serán los siguientes:

Vx: 0.20 *P

Vy: 0.40 *P

3.2.4. Cargas de Servicio

Las combinaciones de carga por condiciones de servicio son las siguientes según la información proporcionada por el área de piping:

CASE 2 (OPE) W+T1+P1

CASE 3 (OPE) W+T2+P1

CASE 4 (OPE) W+T1+P1+U1

CASE 5 (OPE) W+T1+P1+U2

- CASE 6 (OPE) W+T1+P1+U3
CASE 7 (OPE) W+T1+P1-U1
CASE 8 (OPE) W+T1+P1-U2
CASE 9 (OPE) W+T1+P1-U3
CASE 10 (OPE) W+T2+P1+U1
CASE 11 (OPE) W+T2+P1+U2
CASE 12 (OPE) W+T2+P1+U3
CASE 13 (OPE) W+T2+P1-U1
CASE 14 (OPE) W+T2+P1-U2
CASE 15 (OPE) W+T2+P1-U3
CASE 16 (SUS) W+P1
CASE 17 (EXP) L17=L2-L16

Tabla N° 1. Reacciones por combinaciones de carga en el fondo de zapata

	F _x (t)	F _y (t)	F _z (t)	M _x (t-m)	M _y (t-m)	F _{ZT} (t)
CASE 2	-0.81	-0.67	-1.22	0.00	0.00	5.09
CASE 3	0.03	0.24	0.34	0.00	0.00	6.65
CASE 4	-1.17	-0.66	-1.26	0.00	0.00	5.05
CASE 5	-0.85	-0.68	-1.26	0.00	0.00	5.05
CASE 6	-0.60	-0.49	-1.24	0.00	0.00	5.07
CASE 7	-0.62	-0.76	-1.28	0.00	0.00	5.04
CASE 8	-0.77	-0.65	-1.18	0.00	0.00	5.13
CASE 9	-1.31	-1.01	-1.58	0.00	0.00	4.73
CASE 10	-0.32	0.17	0.22	0.00	0.00	6.54
CASE 11	0.03	0.22	0.32	0.00	0.00	6.63
CASE 12	0.13	0.30	0.43	0.00	0.00	6.74
CASE 13	0.50	0.33	0.49	0.00	0.00	6.80
CASE 14	0.03	0.25	0.36	0.00	0.00	6.67
CASE 15	0.00	-0.05	0.32	0.00	0.00	6.64
CASE 16	0.10	-0.03	0.40	0.00	0.00	6.71
CASE 17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.31

Fuente: Elaboración propia, resultados obtenidos en Caesar II®.

Para los valores de F_{ZT} se ha empleado la siguiente sumatoria de fuerzas:

$$F_{ZT} = F_Z + P_D$$

Donde:

F_x : Fuerza actuante en el eje X

F_y : Fuerza actuante en el eje Y

F_z : Fuerza actuante en el eje Z

M_x : Momento actuante en el eje X

M_y : Momento actuante en el eje Y

F_{ZT} : Fuerza total actuante en el eje Z

3.3. Desarrollo el Objetivo 2

Analizar el comportamiento de la tubería en el software de cálculo Caesar II® y obtener resultados óptimos para el diseño de soportes.

3.3.1. Condiciones Ambientales

Temperatura ambiente del lugar: 21 °C (70 °F) Promedio

Coeficiente de fricción entre dos superficies de acero: 0.3

Coeficiente de fricción entre HDPE – Terreno: 0.4

3.3.2. Características del fluido

T1 = Temperatura Operación: 12°C (53.6°F)

T2 = Temperatura Operación: 38°C (100.4°F)

P1 = Presión 3.66 MPa (530 psig)

S.G. =1.79: Gravedad específica del fluido

HP = Presión de prueba 5.49 MPa (796 psig)

3.3.3. Ubicación de soportes:

El espaciamiento de soportes depende únicamente de la resistencia del tubo. Dentro de los límites de una unidad de proceso, por otra parte, el espaciamiento de soportes está determinado mayormente por el espaciamiento de columnas convenientemente ubicadas. Para el presente alineamiento se está considerando un espaciamiento común de 12 metros, no aplicable a los tramos críticos proporcionados por Caesar II®.

La lista de los Soportes requeridos en la tubería de acero se muestra a continuación indicando el nodo, la ubicación en la progresiva y el tipo de apoyo:

Para el pipeline de las tuberías de acero:

Tabla N° 2. Lista de soportes para tubería de acero

Ítem	# Nodo	Progresiva	Tipo de Apoyo
1	6320	0+056	Sólo Apoyo
2	6310	0+068	Guiado
3	6300	0+070	Sólo Apoyo
4	6270	0+092	Sólo Apoyo
5	6260	0+104	Sólo Apoyo
6	6250	0+116	Guiado
7	6240	0+128	Sólo Apoyo
8	6230	0+140	Sólo Apoyo
9	6220	0+152	Sólo Apoyo
10	6210	0+164	Guiado
11	6200	0+176	Sólo Apoyo
12	6190	0+188	Sólo Apoyo
13	6180	0+200	Sólo Apoyo
14	6170	0+212	Guiado
15	6160	0+224	Sólo Apoyo
16	6150	0+236	Sólo Apoyo
17	6130	0+240	Sólo Apoyo
18	6045	0+260	Sólo Apoyo
19	6040	0+272	Sólo Apoyo
20	6030	0+284	Sólo Apoyo
21	6020	0+296	Sólo Apoyo
22	6010	0+308	Sólo Apoyo
23	6000	0+314	Sólo Apoyo
24	5950	0+321	Sólo Apoyo
25	5890	0+344	Sólo Apoyo
26	5880	0+356	Sólo Apoyo
27	5870	0+368	Sólo Apoyo
28	5860	0+380	Sólo Apoyo
29	5850	0+392	Guiado
30	5840	0+404	Sólo Apoyo
31	5830	0+416	Sólo Apoyo
32	5820	0+419	Sólo Apoyo
33	5770	0+428	Sólo Apoyo

34	5750	0+452	Sólo Apoyo
35	5740	0+454	Sólo Apoyo
36	5640	0+466	Sólo Apoyo
37	5620	0+488	Sólo Apoyo
38	5610	0+500	Sólo Apoyo
39	5600	0+512	Guiado
40	5590	0+524	Sólo Apoyo
41	5580	0+536	Sólo Apoyo
42	5570	0+548	Sólo Apoyo
43	5560	0+560	Guiado
44	5550	0+572	Sólo Apoyo
45	5540	0+584	Sólo Apoyo
46	5530	0+596	Sólo Apoyo
47	5520	0+608	Guiado
48	5510	0+620	Sólo Apoyo
49	5500	0+632	Sólo Apoyo
50	5490	0+644	Sólo Apoyo
51	5480	0+656	Guiado
52	5470	0+668	Sólo Apoyo
53	5460	0+680	Sólo Apoyo
54	5450	0+692	Sólo Apoyo
55	5440	0+704	Sólo Apoyo
56	5430	0+716	Guiado
57	5420	0+725	Sólo Apoyo
58	5400	0+740	Sólo Apoyo
59	5390	0+742	Sólo Apoyo
60	5350	0+764	Sólo Apoyo
61	5340	0+776	Sólo Apoyo
62	5330	0+788	Guiado
63	5320	0+800	Sólo Apoyo
64	5310	0+812	Sólo Apoyo
65	5300	0+824	Sólo Apoyo
66	5290	0+836	Guiado
67	5280	0+848	Sólo Apoyo
68	5270	0+859	Sólo Apoyo
69	5260	0+871	Sólo Apoyo
70	5250	0+883	Guiado
71	5240	0+895	Sólo Apoyo
72	5230	0+907	Sólo Apoyo
73	5220	0+919	Sólo Apoyo

74	5210	0+931	Guiado
75	5200	0+936	Sólo Apoyo
76	5190	0+937	Sólo Apoyo
77	5160	0+955	Sólo Apoyo
78	5150	0+967	Sólo Apoyo
79	5140	0+979	Guiado
80	5130	0+991	Sólo Apoyo
81	5120	1+003	Sólo Apoyo
82	5110	1+015	Sólo Apoyo
83	5100	1+027	Guiado
84	5090	1+039	Sólo Apoyo
85	5080	1+051	Sólo Apoyo
86	5070	1+063	Sólo Apoyo
87	5060	1+075	Guiado
88	5050	1+087	Sólo Apoyo
89	5040	1+099	Sólo Apoyo
90	5030	1+111	Sólo Apoyo
91	5020	1+123	Guiado
92	5010	1+135	Sólo Apoyo
93	5000	1+147	Sólo Apoyo
94	4990	1+159	Sólo Apoyo
95	4980	1+171	Guiado
96	4970	1+183	Sólo Apoyo
97	4960	1+195	Sólo Apoyo
98	4950	1+207	Sólo Apoyo
99	4940	1+219	Guiado
100	4930	1+231	Sólo Apoyo
101	4920	1+243	Sólo Apoyo
102	4910	1+255	Sólo Apoyo
103	4900	1+260	Guiado
104	4860	1+279	Sólo Apoyo
105	4850	1+282	Sólo Apoyo
106	4810	1+302	Sólo Apoyo
107	4800	1+314	Sólo Apoyo
108	4790	1+326	Guiado
109	4780	1+338	Sólo Apoyo
110	4770	1+350	Sólo Apoyo
111	4760	1+360	Sólo Apoyo
112	4750	1+361	Sólo Apoyo
113	4670	1+388	Sólo Apoyo

114	4660	1+400	Sólo Apoyo
115	4650	1+406	Sólo Apoyo
116	4645	1+409	Sólo Apoyo
117	4620	1+418	Sólo Apoyo
118	4600	1+436	Sólo Apoyo
119	4590	1+448	Sólo Apoyo
120	4580	1+451	Sólo Apoyo
121	4530	1+472	Sólo Apoyo
122	4520	1+484	Sólo Apoyo
123	4510	1+496	Guiado
124	4500	1+508	Sólo Apoyo
125	4490	1+520	Sólo Apoyo
126	4480	1+532	Sólo Apoyo
127	4470	1+544	Guiado
128	4460	1+556	Sólo Apoyo
129	4450	1+568	Sólo Apoyo
130	4440	1+580	Sólo Apoyo
131	4430	1+592	Guiado
132	4420	1+596	Sólo Apoyo
133	4367	1+619	Sólo Apoyo
134	4360	1+631	Sólo Apoyo
135	4350	1+640	Sólo Apoyo
136	4320	1+646	Sólo Apoyo
137	4300	1+664	Guiado
138	4290	1+676	Sólo Apoyo
139	4280	1+688	Sólo Apoyo
140	4270	1+700	Sólo Apoyo
141	4260	1+712	Guiado
142	4250	1+724	Sólo Apoyo
143	4245	1+736	Sólo Apoyo
144	4240	1+736	Sólo Apoyo
145	4220	1+760	Sólo Apoyo
146	4210	1+772	Guiado
147	4200	1+784	Sólo Apoyo
148	4190	1+796	Sólo Apoyo
149	4180	1+808	Sólo Apoyo
150	4170	1+820	Guiado
151	4160	1+832	Sólo Apoyo
152	4150	1+844	Sólo Apoyo
153	4140	1+856	Sólo Apoyo

154	4130	1+868	Guiado
155	4120	1+880	Sólo Apoyo
156	4110	1+892	Sólo Apoyo
157	4100	1+904	Sólo Apoyo
158	4090	1+916	Guiado
159	4080	1+928	Sólo Apoyo
160	4070	1+931	Sólo Apoyo
161	4050	1+947	Sólo Apoyo
162	4030	1+963	Guiado
163	4010	1+976	Sólo Apoyo
164	4000	1+979	Sólo Apoyo
165	3980	2+000	Sólo Apoyo
166	3970	2+012	Sólo Apoyo
167	3960	2+024	Sólo Apoyo
168	3950	2+029	Guiado
169	3930	2+048	Sólo Apoyo
170	3920	2+055	Sólo Apoyo
171	3900	2+071	Sólo Apoyo
172	3880	2+083	Sólo Apoyo
173	3870	2+087	Sólo Apoyo
174	3850	2+103	Guiado
175	3830	2+119	Sólo Apoyo
176	3820	2+131	Sólo Apoyo
177	3810	2+143	Sólo Apoyo
178	3800	2+155	Guiado
179	3790	2+167	Sólo Apoyo
180	3780	2+179	Sólo Apoyo
181	3770	2+191	Sólo Apoyo
182	3760	2+203	Guiado
183	3750	2+205	Sólo Apoyo
184	3710	2+227	Sólo Apoyo
185	3700	2+239	Sólo Apoyo
186	3690	2+251	Sólo Apoyo
187	3680	2+263	Sólo Apoyo
188	3670	2+275	Guiado
189	3660	2+287	Sólo Apoyo
190	3650	2+299	Sólo Apoyo
191	3640	2+311	Sólo Apoyo
192	3630	2+323	Guiado
193	3620	2+335	Sólo Apoyo

194	3610	2+347	Sólo Apoyo
195	3600	2+359	Sólo Apoyo
196	3590	2+371	Guiado
197	3580	2+382	Sólo Apoyo
198	3570	2+394	Sólo Apoyo
199	3560	2+406	Sólo Apoyo
200	3550	2+418	Guiado
201	3540	2+430	Sólo Apoyo
202	3530	2+442	Sólo Apoyo
203	3520	2+454	Sólo Apoyo
204	3510	2+466	Guiado
205	3500	2+478	Sólo Apoyo
206	3490	2+490	Sólo Apoyo
207	3480	2+499	Sólo Apoyo
208	3460	2+514	Guiado
209	3450	2+520	Sólo Apoyo
210	3430	2+538	Sólo Apoyo
211	3420	2+541	Sólo Apoyo
212	3400	2+555	Sólo Apoyo
213	3380	2+576	Sólo Apoyo
214	3370	2+587	Sólo Apoyo
215	3360	2+599	Sólo Apoyo
216	3350	2+611	Sólo Apoyo
217	3340	2+623	Sólo Apoyo
218	3330	2+635	Sólo Apoyo
219	3320	2+647	Sólo Apoyo
220	3310	2+659	Guiado
221	3300	2+671	Sólo Apoyo
222	3290	2+683	Sólo Apoyo
223	3280	2+695	Sólo Apoyo
224	3270	2+707	Guiado
225	3260	2+719	Sólo Apoyo
226	3250	2+725	Sólo Apoyo
227	3240	2+730	Sólo Apoyo
228	3200	2+753	Guiado
229	3190	2+765	Sólo Apoyo
230	3180	2+777	Sólo Apoyo
231	3170	2+789	Sólo Apoyo
232	3160	2+801	Guiado
233	3150	2+813	Sólo Apoyo

234	3140	2+825	Sólo Apoyo
235	3130	2+837	Sólo Apoyo
236	3120	2+848	Guiado
237	3110	2+860	Sólo Apoyo
238	3100	2+872	Sólo Apoyo
239	3090	2+884	Sólo Apoyo
240	3080	2+896	Guiado
241	3070	2+908	Sólo Apoyo
242	3060	2+920	Sólo Apoyo
243	3050	2+932	Sólo Apoyo
244	3040	2+944	Guiado
245	3030	2+956	Sólo Apoyo
246	3020	2+968	Sólo Apoyo
247	3010	2+980	Sólo Apoyo
248	3000	2+992	Guiado
249	2990	3+004	Sólo Apoyo
250	2980	3+006	Sólo Apoyo
251	2940	3+029	Sólo Apoyo
252	2930	3+041	Sólo Apoyo
253	2920	3+053	Sólo Apoyo
254	2910	3+065	Sólo Apoyo
255	2900	3+077	Sólo Apoyo
256	2890	3+089	Guiado
257	2880	3+101	Sólo Apoyo
258	2870	3+113	Sólo Apoyo
259	2860	3+125	Sólo Apoyo
260	2850	3+137	Guiado
261	2840	3+149	Sólo Apoyo
262	2830	3+161	Sólo Apoyo
263	2820	3+173	Sólo Apoyo
264	2810	3+185	Guiado
265	2800	3+197	Sólo Apoyo
266	2790	3+199	Sólo Apoyo
267	2770	3+208	Sólo Apoyo
268	2730	3+220	Sólo Apoyo
269	2670	3+239	Sólo Apoyo
270	2630	3+250	Sólo Apoyo
271	2590	3+261	Sólo Apoyo
272	2570	3+279	Sólo Apoyo
273	2560	3+291	Sólo Apoyo

274	2550	3+303	Guiado
275	2540	3+315	Sólo Apoyo
276	2530	3+327	Sólo Apoyo
277	2520	3+339	Sólo Apoyo
278	2510	3+351	Guiado
279	2500	3+363	Sólo Apoyo
280	2490	3+375	Sólo Apoyo
281	2480	3+387	Sólo Apoyo
282	2470	3+394	Guiado
283	2450	3+411	Sólo Apoyo
284	2440	3+423	Sólo Apoyo
285	2430	3+435	Sólo Apoyo
286	2420	3+447	Guiado
287	2410	3+459	Sólo Apoyo
288	2400	3+471	Sólo Apoyo
289	2390	3+483	Sólo Apoyo
290	2380	3+495	Sólo Apoyo
291	2370	3+507	Sólo Apoyo
292	2360	3+519	Guiado
293	2350	3+531	Sólo Apoyo
294	2340	3+543	Sólo Apoyo
295	2330	3+555	Sólo Apoyo
296	2320	3+564	Sólo Apoyo
297	2280	3+569	Sólo Apoyo
298	2210	3+579	Sólo Apoyo
299	2110	3+595	Sólo Apoyo
300	2090	3+614	Sólo Apoyo
301	2080	3+626	Sólo Apoyo
302	2070	3+638	Sólo Apoyo
303	2060	3+650	Guiado
304	2050	3+662	Sólo Apoyo
305	2040	3+674	Sólo Apoyo
306	2030	3+675	Sólo Apoyo
307	1970	3+689	Sólo Apoyo
308	1900	3+701	Sólo Apoyo
309	1830	3+713	Sólo Apoyo
310	1810	3+734	Sólo Apoyo
311	1800	3+746	Sólo Apoyo
312	1790	3+758	Sólo Apoyo
313	1780	3+768	Sólo Apoyo

314	1743	3+783	Sólo Apoyo
315	1740	3+795	Sólo Apoyo
316	1730	3+807	Guiado
317	1720	3+818	Sólo Apoyo
318	1710	3+830	Sólo Apoyo
319	1700	3+842	Sólo Apoyo
320	1690	3+854	Sólo Apoyo
321	1680	3+866	Guiado
322	1670	3+878	Sólo Apoyo
323	1660	3+890	Sólo Apoyo
324	1650	3+902	Guiado
325	1640	3+914	Sólo Apoyo
326	1630	3+921	Sólo Apoyo
327	1610	3+924	Sólo Apoyo
328	1530	3+940	Sólo Apoyo
329	1460	3+951	Sólo Apoyo
330	1390	3+962	Sólo Apoyo
331	1320	3+972	Sólo Apoyo
332	1230	3+989	Sólo Apoyo
333	1190	3+995	Sólo Apoyo
334	1150	4+013	Sólo Apoyo
335	1120	4+020	Sólo Apoyo
336	1080	4+026	Guiado
337	1010	4+039	Sólo Apoyo
338	940	4+051	Sólo Apoyo
339	870	4+064	Sólo Apoyo
340	800	4+077	Sólo Apoyo
341	730	4+098	Sólo Apoyo
342	720	4+100	Sólo Apoyo
343	670	4+115	Sólo Apoyo
344	630	4+123	Sólo Apoyo
345	560	4+139	Sólo Apoyo
346	520	4+147	Sólo Apoyo
347	450	4+163	Sólo Apoyo
348	410	4+171	Sólo Apoyo
349	390	4+194	Sólo Apoyo
350	380	4+206	Sólo Apoyo
351	370	4+218	Sólo Apoyo
352	360	4+230	Sólo Apoyo
353	350	4+242	Guiado

354	340	4+254	Sólo Apoyo
355	330	4+266	Sólo Apoyo
356	320	4+278	Sólo Apoyo
357	310	4+290	Guiado
358	300	4+302	Sólo Apoyo
359	290	4+314	Sólo Apoyo
360	280	4+326	Sólo Apoyo
361	270	4+338	Guiado
362	260	4+347	Sólo Apoyo
363	240	4+352	Sólo Apoyo
364	170	4+363	Sólo Apoyo
365	140	4+386	Sólo Apoyo
366	130	4+398	Sólo Apoyo
367	120	4+410	Guiado
368	110	4+422	Sólo Apoyo
369	100	4+433	Sólo Apoyo
370	70	4+446	Sólo Apoyo
371	60	4+458	Sólo Apoyo
372	50	4+470	Sólo Apoyo
373	40	4+482	Guiado
374	30	4+494	Sólo Apoyo
375	20	4+500	Guiado

Fuente: Elaboración propia

La distribución de soportes para la tubería de HDPE que está apoyada sobre terreno, serán las siguientes guías:

Tabla N° 3. Lista de soportes para tubería de HPDE

Ítem	# Nodo	Progresiva	Tipo de Apoyo
1	16120	4+507	Guiado
2	15926	4+570	Guiado
3	12950	4+788	Guiado
4	12500	4+949	Guiado
5	11660	5+283	Guiado
6	11335	5+382	Guiado
7	10860	5+640	Guiado
8	9920	5+955	Guiado
9	9520	6+091	Guiado

10	9350	6+145	Guiado
11	9270	6+169	Guiado
12	9200	6+192	Guiado
13	8990	6+257	Guiado
14	8865	6+297	Guiado
15	8630	6+385	Guiado
16	8550	6+411	Guiado
17	13320	6+677	Guiado
18	14180	6+643	Guiado
19	14250	6+963	Guiado

Fuente: Elaboración propia

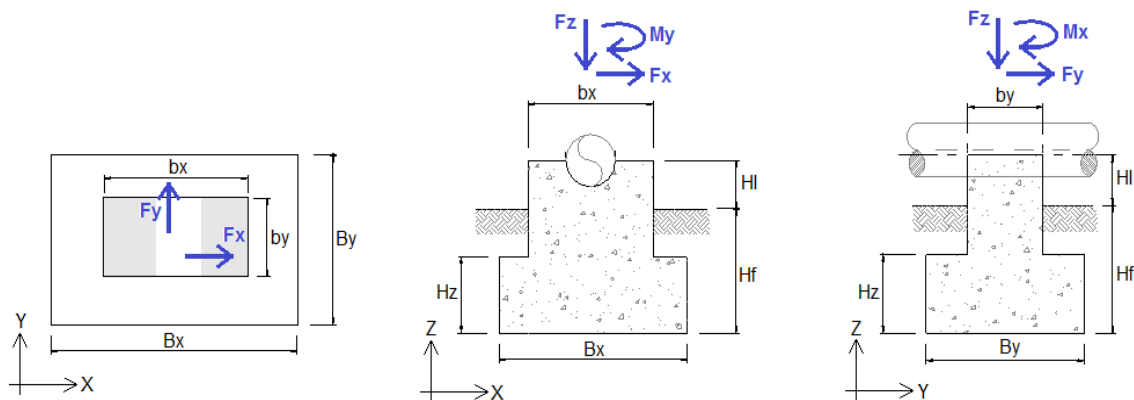
3.4. Desarrollo el Objetivo 3

Diseñar los apoyos a lo largo del recorrido de la tubería.

3.4.1. Geometría y propiedades mecánicas

Se verificará las dimensiones de la zapata considerando la estabilidad al volteo, estabilidad al deslizamiento y presiones máximas en el terreno.

Figura N° 23. Geometría zapata típica



Fuente: Elaboración propia

$$B_X = 2.00 \text{ m}$$

$$B_Y = 1.50 \text{ m}$$

$$H_z = 0.60 \text{ m}$$

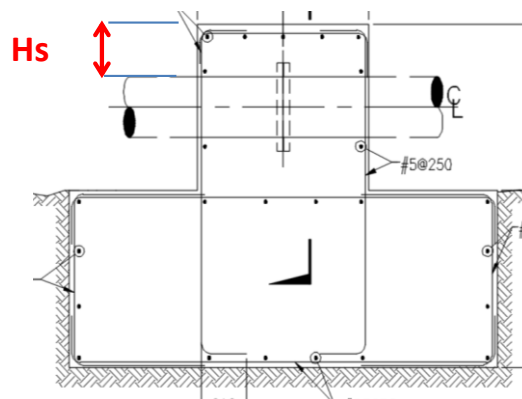
$$H_f = 0.90 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Hl &= 0.10 \text{ m} \\
 *Ht &= 0.33 \text{ m} \\
 bx &= 0.90 \text{ m} \\
 bY &= 0.90 \text{ m} \\
 dx &= 0.55 \text{ m} \\
 dY &= 0.30 \text{ m} \\
 Hf-Hz &= 0.30 \text{ m} \\
 Hl+Hf-Hz &= 0.40 \text{ m}
 \end{aligned}$$

*Altura al eje de tubería:

- Para apoyos guías: $Hl+Hs+D/2$
- Para apoyos anclados: $Hl-Hs-D/2$

Figura N° 24. Distancia Hs



Fuente: Elaboración propia

Para soportes anclados sería:

$$Ht = -0.13 \text{ m}$$

Características de la tubería:

$$\begin{aligned}
 D &= 18.00 \text{ in} && \text{Diámetro de tubería} \\
 Hs &= 0.00 \text{ m} && \text{Altura de soporte o concreto por encima de tubería}
 \end{aligned}$$

Propiedades mecánicas:

$$\emptyset = 30.0^\circ \quad \text{Ángulo de fricción interna suelo}$$

YS =	1.85	t/m3	Peso específico suelo
σ_t =	2.00	kg/cm ²	Esfuerzo admisible del suelo
%EP =	100%		% empuje pasivo al volteo
%EP =	100%		% empuje pasivo al deslizamiento
%Relleno =	100%		% del peso del relleno
YC =	2.4	t/m3	Peso específico concreto
f'c =	210	kg/cm ²	Resistencia a compresión concreto
f _y =	4200	kg/cm ²	Esfuerzo de Fluencia acero refuerzo

3.4.2. Verificación de la estabilidad al volteo:

Momento de volteo:

El momento de volteo es producido por acciones del cortante en el apoyo y el momento respectivo en la misma combinación para el caso más desfavorable. Se ha de considerar la acción del empuje pasivo como aporte a la estabilidad al volteo, con los siguientes datos:

$$\begin{aligned} \%EP &= 100\% \\ \phi &= 30^\circ \\ YS &= 1.85 \text{ t/m}^3 \\ H_f &= 0.90 \text{ m} \end{aligned}$$

El factor de seguridad al volteo se calcula con respecto a los ejes extremos de la zapata en cada dirección no necesariamente en el sentido de la carga horizontal.

Cálculo de los momentos debido al empuje pasivo:

$$ME_p = \frac{1}{6} K_p \cdot \gamma \cdot H^3 b_{prom}$$

Donde:

ME_p: Momento que genera el empuje pasivo con respecto a un eje

K_p: Coeficiente de presión pasiva de tierras de Rankine

b_{prom}: Brazo de palanca promedio con respecto a un eje

Hallando el coeficiente del empuje pasivo:

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$K_p = \tan^2(45 + 30/2)$$

$$K_p = 3.0$$

Tomando como brazo de palanca el extremo de la zapata, tenemos:

Para el eje X:

$$b_{promx} = \frac{B_x + b_x}{2} = \frac{2 + 0.9}{2}$$

Para el eje Y:

$$b_{promy} = \frac{B_y + b_y}{2} = \frac{1.5 + 0.9}{2}$$

Se tiene:

$$b_{promx} = 1.20 \quad \text{m}$$

$$b_{promy} = 1.45 \quad \text{m}$$

Entonces los momentos que generan los empujes pasivos por eje serán:

$$ME_{px} = \frac{1}{6} \times 3 \times 1.85 \times 0.9^3 \times 1.2$$

$$ME_{pX} = 0.81 \quad \text{t-m}$$

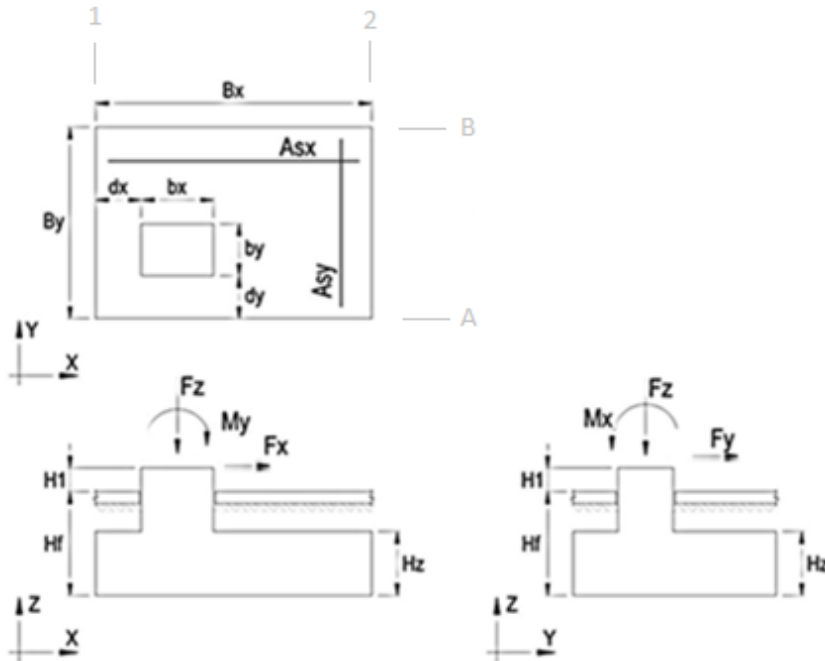
$$ME_{py} = \frac{1}{6} \times 3 \times 1.85 \times 0.9^3 \times 1.45$$

$$ME_{pY} = 0.98 \quad \text{t-m}$$

Para el los factores de seguridad al volteo primero hallaremos los momentos actuantes, resultantes del sistema de reacciones de acuerdo a las combinaciones de carga vistos en la tabla N° 1.

Se realizará el cálculo de ambas esquinas de las zapatas y se tomará el máximo valor para ser verificado con el mínimo admisible.

Figura N° 25. Geometría de fuerzas, momentos y ejes de la zapata



Fuente: Elaboración propia

Los momentos actuantes para los ejes X: valores de 1 y 2; para el eje Y: valores A y B, y para cada combinación de carga, serán:

$$Mac_{x,y} = F_{x,y}(h_f + h_t) + F_z \left(\frac{bx}{2} + d_x \right) + M_{y,x} \left(\frac{bx}{2} + d_x \right)$$

Los momentos resultantes para los ejes X: valores de 1 y 2; para el eje Y: valores A y B, y para cada combinación de carga, serán:

$$Mre_{x,y} = F_{x,y}(h_f + h_t) + F_z \left(\frac{bx}{2} + d_x \right) + PD \cdot \frac{Bx}{2}$$

Donde:

Mac: Momento actuante con respecto a un eje

Mre: Momento resultante con respecto a un eje

Además, los valores de \$M_{EPX}\$ y \$M_{EPY}\$ serán multiplicados por el 100% según lo requerido para este estudio.

Aplicando los enunciados, se obtiene la siguiente tabla con los resultados desarrollados en Microsoft Excel:

Tabla N° 4. Momentos actuantes y resultantes en los extremos de la zapata.

	EJE 1	EJE 2	EJE A	EJE B	EJE 1	EJE 2	EJE A	EJE B		
	M _{ACX} (t-m)	M _{ACX} (t-m)	M _{ACY} (t-m)	M _{ACY} (t-m)	M _{REX} (t-m)	M _{REX} (t-m)	M _{REY} (t-m)	M _{REY} (t-m)	M _{EPX} (t-m)	M _{EPY} (t-m)
CASE 2	2.2	1.2	1.7	0.9	6.31	7.31	4.73	5.55	0.81	0.98
CASE 3	0.0	0.0	0.0	0.3	6.69	6.65	5.28	4.99	0.81	0.98
CASE 4	2.7	1.3	1.8	0.9	6.31	7.75	4.73	5.54	0.81	0.98
CASE 5	2.3	1.3	1.8	0.9	6.31	7.36	4.73	5.57	0.81	0.98
CASE 6	2.0	1.2	1.5	0.9	6.31	7.05	4.73	5.34	0.81	0.98
CASE 7	2.0	1.3	1.9	1.0	6.31	7.08	4.73	5.67	0.81	0.98
CASE 8	2.1	1.2	1.7	0.9	6.31	7.26	4.73	5.53	0.81	0.98
CASE 9	3.2	1.6	2.4	1.2	6.31	7.93	4.73	5.98	0.81	0.98
CASE 10	0.4	0.0	0.0	0.2	6.54	6.93	5.11	4.9	0.81	0.98
CASE 11	0.0	0.0	0.0	0.3	6.67	6.63	5.25	4.97	0.81	0.98
CASE 12	0.0	0.2	0.0	0.4	6.91	6.74	5.42	5.06	0.81	0.98
CASE 13	0.0	0.6	0.0	0.4	7.42	6.80	5.5	5.1	0.81	0.98
CASE 14	0.0	0.0	0.0	0.3	6.71	6.67	5.32	5.01	0.81	0.98
CASE 15	0.0	0.0	0.1	0.0	6.64	6.64	4.98	5.04	0.81	0.98
CASE 16	0.0	0.1	0.0	0.0	6.83	6.71	5.03	5.07	0.81	0.98
CASE 17	0.0	0.0	0.0	0.0	6.31	6.31	4.73	4.73	0.81	0.98

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos, ahora se procede a hallar los factores de seguridad al volteo para los ejes X: valores de 1 y 2; para el eje Y: valores A y B, y para cada combinación de carga.

El factor de seguridad al volteo se define como:

$$FSv_{x,y} = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuantes}} > 1.5$$

Entonces tenemos:

$$FSv_{x,y} = \frac{M_{re_{x,y}} + M_{Ep_{x,y}}}{M_{ac_{x,y}}} > 1.5$$

Donde:

FSV_x: Factor de seguridad al volteo con respecto al eje X

FSV_y: Factor de seguridad al volteo con respecto al eje Y

Desarrollando este procedimiento, se obtiene la siguiente tabla con los resultados desarrollados en Microsoft Excel:

Tabla N° 5. Factores de seguridad al volteo con respecto al extremo de la zapata.

	EJE 1	EJE 2	EJE A	EJE B
	FSV _x (ad)	FSV _x (ad)	FSV _y (ad)	FSV _y (ad)
CASE 2	3.2	6.6	3.3	7.1
CASE 3	100	100	>100	20.4
CASE 4	2.6	6.8	3.3	6.9
CASE 5	3.1	6.5	3.2	6.9
CASE 6	3.6	6.3	3.7	6.8
CASE 7	3.5	6.2	3.0	6.9
CASE 8	3.4	6.8	3.4	7.4
CASE 9	2.2	5.5	2.4	5.9
CASE 10	18.7	100	>100	28.5
CASE 11	100	100	>100	21.7
CASE 12	100	46.3	>100	16.5
CASE 13	100	12.3	>100	15.2
CASE 14	100	100	>100	19.3
CASE 15	100	100	98.8	>100
CASE 16	100	63.4	>100	>100
CASE 17	100	100	>100	>100

Fuente: Elaboración propia

De todos los valores tomamos el menor valor para ser comparado. Por tanto, los factores de seguridad al volteo a tomar es el del Case 9:

$$FSV_x = 2.23 \quad >1.5 \quad (\text{ok})$$

$$FSV_y = 2.35 \quad >1.5 \quad (\text{ok})$$

3.4.3. Verificación de la estabilidad al deslizamiento:

Se considera para el coeficiente de rozamiento suelo concreto:

$$\emptyset = 30.0^\circ$$

$$u = 0.45$$

Para considerar la acción del empuje pasivo se usarán los siguientes datos:

$$\%EP = 100\% \quad \% \text{ empuje pasivo a considerar}$$

$$\emptyset = 30^\circ$$

$$Y = 1.85 \quad \text{t/m}^3$$

$$H = 0.90 \quad \text{m}$$

De lo calculado anteriormente:

$$Kp = 3.0$$

$$b_{promx} = 1.20 \quad \text{m}$$

$$b_{promy} = 1.45 \quad \text{m}$$

Para el los factores de seguridad al deslizamiento primero hallaremos las fuerzas actuantes en los ejes X e Y para cada combinación de carga de la tabla N° 1.

Las fuerzas resultantes para los ejes X e Y, y para cada combinación de carga, serán:

$$Fr_{x,y} = F_{ZT} \cdot u$$

Donde:

Fr: Fuerza resultante con respecto a un eje

F_{ZT}: Fuerza total actuante en el eje Z

u: Coeficiente de rozamiento suelo-concreto

Cálculo de las fuerzas debido al empuje pasivo:

$$FEp = \frac{1}{2} Kp \cdot \gamma \cdot H^3 b_{prom}$$

Entonces las fuerzas que generan los empujes pasivos por eje serán:

$$FEpx = \frac{1}{2} x 3 x 1.85 x 0.9^3 x 1.2$$

$$FEpX = 2.70 \quad \text{t-m}$$

$$FEpy = \frac{1}{2} x 3 x 1.85 x 0.9^3 x 1.45$$

$$FEpY = 3.26 \quad \text{t-m}$$

Donde:

FEp: Fuerza que genera el empuje pasivo con respecto a un eje

Con los resultados obtenidos, ahora se procede a hallar los factores de seguridad al deslizamiento para los ejes X e Y, y para cada combinación de carga.

El factor de seguridad al deslizamiento se define como:

$$FSD_{x,y} = \frac{\sum F_{resistentes}}{\sum F_{actuantes}} > 1.25$$

Entonces tenemos:

$$FSD_{x,y} = \frac{Fre_{x,y} + FEp_{x,y}}{Fac_{x,y}} > 1.25$$

Donde:

FSVx: Factor de seguridad al deslizamiento con respecto al eje X

FSVy: Factor de seguridad al deslizamiento con respecto al eje Y

Desarrollando este procedimiento, se obtiene la siguiente tabla con los resultados desarrollados en Microsoft Excel:

Tabla N° 6. Factores de seguridad al deslizamiento

	F _X (t)	F _Y (t)	F _{RX} (t)	F _{RY} (t)	F _{epx} (t)	F _{epy} (t)	FSD _x (ad)	FSD _y (ad)
CASE 2	0.81	0.67	2.29	2.29	2.70	3.26	6.14	8.33
CASE 3	0.03	0.24	2.99	2.99	2.70	3.26	>100	26.19
CASE 4	1.17	0.66	2.27	2.27	2.70	3.26	4.25	8.39
CASE 5	0.85	0.68	2.27	2.27	2.70	3.26	5.83	8.08

CASE 6	0.60	0.49	2.28	2.28	2.70	3.26	8.31	11.25
CASE 7	0.62	0.76	2.27	2.27	2.70	3.26	7.94	7.28
CASE 8	0.77	0.65	2.31	2.31	2.70	3.26	6.50	8.61
CASE 9	1.31	1.01	2.13	2.13	2.70	3.26	3.7	5.32
CASE 10	0.32	0.17	2.94	2.94	2.70	3.26	17.6	36.73
CASE 11	0.03	0.22	2.98	2.98	2.70	3.26	>100	27.86
CASE 12	0.13	0.30	3.04	3.04	2.70	3.26	42.85	21.04
CASE 13	0.51	0.33	3.06	3.06	2.70	3.26	11.39	19.33
CASE 14	0.03	0.25	3.00	3.00	2.70	3.26	>100	24.73
CASE 15	0.01	0.05	2.99	2.99	2.70	3.26	>100	>100
CASE 16	0.10	0.03	3.02	3.02	2.70	3.26	58.62	>100
CASE 17	0.00	0.00	2.84	2.84	2.70	3.26	>100	>100

Fuente: Elaboración propia

De todos los valores tomamos el menor valor para ser comparado. Por tanto, los factores de seguridad al deslizamiento a tomar es el del Case 9:

$$FSD_x = 3.68 \quad > 1.25 \quad (\text{ok})$$

$$FSD_y = 5.32 \quad > 1.25 \quad (\text{ok})$$

3.4.4. Verificación de esfuerzos en el suelo:

De acuerdo a la excentricidad de carga en compresión se hallan los esfuerzos máximos en el suelo para las distintas combinaciones de servicio las cuales serán comparados con el esfuerzo admisible del terreno.

Al ser una zapata excéntrica tenemos los enunciados para la excentricidad:

$$ecx = \frac{Bx}{6}$$

$$ecy = \frac{By}{6}$$

Entonces se tiene:

$$ecx = 0.33 \quad \text{m}$$

$$ecy = 0.25 \quad \text{m}$$

$$\sigma_t = 2.00 \quad \text{kg/cm}^2$$

Donde:

ecx: Excentricidad de carga con respecto a un eje

σt: Esfuerzo admisible del suelo

$$e_{x,y} = \frac{B_x}{2} - \left(\frac{Mre_{x,y} - Mac_{x,y}}{F_{ZT}} \right)$$

Donde:

e: Excentricidad con respecto a un eje

La verificación de los esfuerzos en el suelo debe cumplir lo siguiente:

$$\sigma_{max} < \sigma_{adm}$$

Para hallar los esfuerzos máximos en el suelo se empleara la siguiente formula:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} \cdot C_3$$

Donde:

σ_{max}: Esfuerzo máximo del suelo

P: Fuerza actuante en el eje Z

A: Area de la base de la zapata (Bx.By)

C₃: Coeficiente

Los valores de C₃ están definidos según la tabla N° 7. Así mismo, depende de la relación entre la excentricidad y el lado de la zapata, para ambos ejes:

$$\frac{e_{x,y}}{B_{x,y}}$$

Tabla N° 7. Valores de C_3 para diferentes relaciones e_x/B_x y e_y/B_y

e_y/B_y	e_x/B_x													
	0,50	0,40	0,30	0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02	0,00
0,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	-	37,5	18.8	12.5	11.6	10.9	10.2	9.6	9.0	8.5	8.0	7.5	7.1	6.7
0,30	-	18.8	9.4	6.2	5.8	5.4	5.1	4.8	4.5	4.2	4.0	3.8	3.5	3.3
0,20	-	12,5	6.2	4.1	3.9	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.7	2.5	2.4	2.2
0,18	-	11.6	5.8	3.9	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1
0,16	-	10.9	5.4	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0
0,14	-	10.2	5.1	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8
0,12	-	9.6	4.8	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7
0,10	-	9.0	4.5	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6
0,08	-	8.5	4.2	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5
0,06	-	8.0	4.0	2.7	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4
0,04	-	7.5	3.8	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2
0,02	-	7.1	3.5	2.4	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1
0,00	-	6.7	3.3	2.2	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0

Fuente: Criterios de diseño concreto, Shouxin Perú

Aplicando esta relación, se genera la siguiente tabla con los valores solicitados para C_3 :

Tabla N° 8. Valores de C_3

	e_x/B_x	e_y/B_y	C_3
CASE 2	0.10	0.11	2.22
CASE 3	0.00	0.03	1.17
CASE 4	0.14	0.11	2.07
CASE 5	0.10	0.11	2.28
CASE 6	0.07	0.08	1.92
CASE 7	0.08	0.12	2.20
CASE 8	0.09	0.10	2.18
CASE 9	0.17	0.17	3.45
CASE 10	0.03	0.02	1.31
CASE 11	0.00	0.03	1.16
CASE 12	0.01	0.04	1.29
CASE 13	0.05	0.04	1.52
CASE 14	0.00	0.03	1.18
CASE 15	0.00	0.01	1.03
CASE 16	0.01	0.00	1.06
CASE 17	0.00	0.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Ahora, con los valores obtenidos volvemos al enunciado del esfuerzo máximo del terreno:

$$\sigma_{max} = \frac{P}{A} \cdot C_3$$

Desarrollando los procedimientos expuestos, se obtiene la siguiente tabla con los resultados desarrollados en Microsoft Excel:

Tabla N° 9. Esfuerzos en el terreno

	ex (m)	ex/Bx (ad)	ey (m)	ey/By (ad)	P/A (kg/cm ²)	C3 (ad)	σ_{MAX} (kg/cm ²)	σ_{ADM} (kg/cm ²)
CASE 2	0.20	0.10	0.16	0.11	0.17	2.22	0.38	2.00
CASE 3	0.01	0.00	0.04	0.03	0.22	1.17	0.26	2.00
CASE 4	0.28	0.14	0.16	0.11	0.17	2.07	0.35	2.00
CASE 5	0.21	0.10	0.17	0.11	0.17	2.28	0.38	2.00
CASE 6	0.14	0.07	0.12	0.08	0.17	1.92	0.32	2.00
CASE 7	0.15	0.08	0.18	0.12	0.17	2.20	0.37	2.00
CASE 8	0.18	0.09	0.15	0.10	0.17	2.18	0.37	2.00
CASE 9	0.34	0.17	0.26	0.17	0.16	3.45	0.54	2.00
CASE 10	0.06	0.03	0.03	0.02	0.22	1.31	0.28	2.00
CASE 11	0.01	0.00	0.04	0.03	0.22	1.16	0.26	2.00
CASE 12	0.02	0.01	0.05	0.04	0.22	1.29	0.29	2.00
CASE 13	0.09	0.05	0.06	0.04	0.23	1.52	0.35	2.00
CASE 14	0.01	0.00	0.05	0.03	0.22	1.18	0.26	2.00
CASE 15	0.00	0.00	0.01	0.01	0.22	1.03	0.23	2.00
CASE 16	0.02	0.01	0.01	0.00	0.22	1.06	0.24	2.00
CASE 17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	1.00	0.21	2.00

Fuente: Elaboración propia

De todos los valores tomamos el mayor valor para ser comparado. Por tanto, los factores de seguridad al deslizamiento a tomar es el del Case 9:

$$\begin{aligned} \sigma_{adm} &= 2.60 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_{max} &= 0.54 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} \text{ (ok)} \end{aligned}$$

3.4.5. Diseño de zapata

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$H_z = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{rec.} = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = 0.525 \text{ m}$$

Verificación del peralte de la zapata

Corte simple:

$$\phi V_n = \phi 0.53 \sqrt{f'c \cdot b \cdot d}$$

$$\phi = 0.85$$

$$V_{ux} = 0.3 \text{ t}$$

$$\phi V_n = 51.4 \text{ t} > V_u \text{ (ok)}$$

$$V_{uy} = 0.0 \text{ t}$$

$$\phi V_n = 68.5 \text{ t} > V_u \text{ (ok)}$$

Corte por punzonamiento

$$b_o = 5.7 \text{ m}$$

$$V_u = 8.5 \text{ t}$$

$$\phi V_{c1} = 498 \text{ t}$$

$$\phi V_{c2} = 474 \text{ t}$$

$$\phi V_{c3} = 405 \text{ t}$$

$$\phi V_n = 405 \text{ t} > V_u \text{ (ok)}$$

Verificación de acero de refuerzo

$$M_{ux} = 1.32 \text{ t-m}$$

$$M_{uy} = 0.39 \text{ t-m}$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$B_X = 2.00 \text{ m}$$

$$B_Y = 1.50 \text{ m}$$

$$d = 0.53 \text{ m}$$

$$M_{act} = 1.32 \quad t\cdot m$$

Calculo del refuerzo paralelo al eje X

Considerando:

$$\begin{aligned}
 &5/8 \quad @250 \quad \text{mm} \\
 A_{smin} &= 6.30 \quad \text{cm}^2/\text{m} \quad \text{Cuantía}=0.0012 \\
 A_s &= 7.92 \quad \text{kg}/\text{cm}^2 > A_{smin} \quad (\text{ok})
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 f'c b} \\
 a &= 1.24 \quad \text{cm} \\
 \phi M_n &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
 \phi M_n &= 15.53 \quad t\cdot m > M_{ux} \quad (\text{ok})
 \end{aligned}$$

Cálculo del refuerzo paralelo al eje Y

Considerando:

$$\begin{aligned}
 &1/2 \quad @200 \quad \text{mm} \\
 A_{smin} &= 6.30 \quad \text{cm}^2/\text{m} \quad \text{Cuantía}=0.0012 \\
 A_s &= 6.33 \quad \text{kg}/\text{cm}^2 > A_{smin} \quad (\text{ok})
 \end{aligned}$$

Entonces:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 f'c b} \\
 a &= 0.74 \quad \text{cm} \\
 \phi &= \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\
 \phi M_n &= 12.48 \quad t\cdot m > M_{uy} \quad (\text{ok})
 \end{aligned}$$

3.4.6. Diseño de pedestal

Se realizó el análisis verificando si el pedestal se comporta como una columna a flexo-compresión o si se comporta como una viga a flexión.

Se dibuja el diagrama de interacción del pedestal y se plotea las solicitaciones de carga, las cuales para este caso se ubican dentro del gráfico y por consiguiente es conforme la sección de la columna.

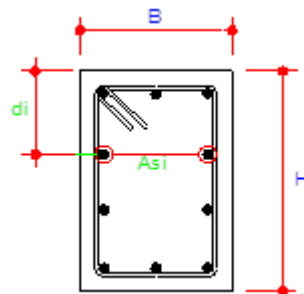
Datos de diseño:

$f'c=$	280	kg/cm ²
$F_y=$	4200	kg/cm ²
$E=$	2100000	kg/cm ²
$\beta=$	0.85	
$\varnothing_c =$	0.70	
$\varnothing_f =$	0.90	

Dimensiones de columna:

$B=$	90	cm
$H=$	90	cm

Figura N° 26. Dimensiones de la columna



Fuente: Elaboración propia

Las combinaciones de carga por condiciones de rotura para el diseño de concreto:

CU1: 1.4D+1.7L

CU2: 1.4D+1.7S

CU3: 1.25D+1,25L+1.25WX1

CU4: 1.25D+1,25L+1.25WX2

CU5: 1.25D+1,25L+1.25WY1
 CU6: 1.25D+1,25L+1.25WY2
 CU7: 1.25D+1,25S+1.25WX1
 CU8: 1.25D+1,25S+1.25WX2
 CU9: 1.25D+1,25S+1.25WY1
 CU10: 1.25D+1,25S+1.25WY2
 CU11: 0.9D+1.25WX1
 CU12: 0.9D+1.25WX2
 CU13: 0.9D+1.25WY1
 CU14: 0.9D+1.25WY2
 CU15: 1.25D+1,25L+Ex
 CU16: 1.25D+1,25L-Ex
 CU17: 1.25D+1,25L+Ey
 CU18: 1.25D+1,25L-Ey
 CU19: 1.25D+1,25S+Ex
 CU20: 1.25D+1,25S-Ex
 CU21: 1.25D+1,25S+Ey
 CU22: 1.25D+1,25S-Ey
 CU23: 0.9D+Ex
 CU24: 0.9D-Ex
 CU25: 0.9D+Ey
 CU26: 0.9D-Ey

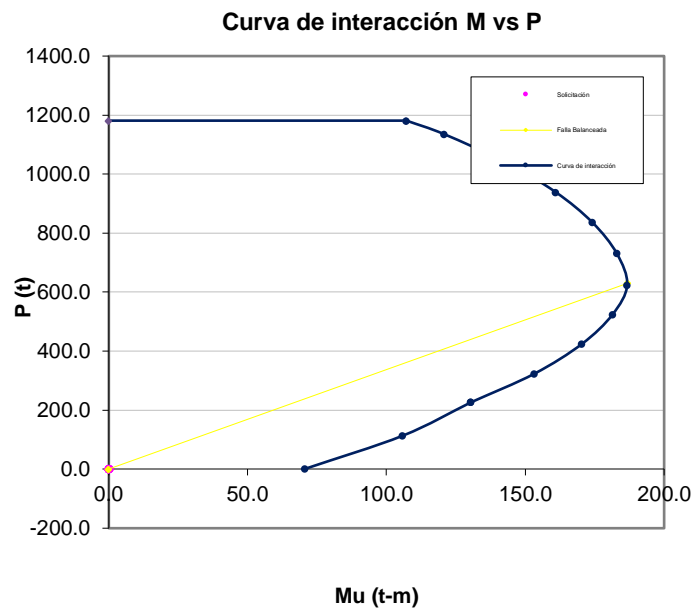
Tabla N° 10. Momentos y cargas axiales en pedestal

	F _x (t)	F _y (t)	F _z (t)	M _x (t-m)	M _y (t-m)	M ₃ (t-m)	M ₂ (t-m)	F ₁ (t)
CU1:	-1.30	-1.06	-1.95	0.00	0.00	0.5	0.4	-0.3
CU2:	0.05	0.38	0.55	0.00	0.00	0.0	0.2	2.1
CU3:	-1.87	-1.05	-2.02	0.00	0.00	0.7	0.4	0.5
CU4:	-1.36	-1.09	-2.02	0.00	0.00	0.5	0.4	0.5
CU5:	-0.96	-0.79	-1.99	0.00	0.00	0.4	0.3	0.5
CU6:	-1.00	-1.21	-2.04	0.00	0.00	0.4	0.5	0.5
CU7:	-1.23	-1.03	-1.89	0.00	0.00	0.5	0.4	0.4
CU8:	-2.10	-1.62	-2.53	0.00	0.00	0.8	0.6	1.0
CU9:	-0.51	0.27	0.36	0.00	0.00	0.2	0.1	1.9

CU10:	0.04	0.36	0.51	0.00	0.00	0.0	0.1	2.0
CU11:	0.21	0.48	0.69	0.00	0.00	0.1	0.2	1.4
CU12:	0.81	0.52	0.78	0.00	0.00	0.3	0.2	1.9
CU13:	0.05	0.40	0.58	0.00	0.00	0.0	0.2	1.7
CU14:	0.01	-0.08	0.52	0.00	0.00	0.0	0.0	1.6
CU15:	0.15	-0.05	0.64	0.00	0.00	0.1	0.0	2.2
CU16:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	1.5
CU17:	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	1.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11. Diagrama de interacción alrededor eje 3



Verificación de acero de refuerzo transversal

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$bx = 0.90 \text{ m}$$

$$bY = 0.90 \text{ m}$$

$$r = 0.04 \text{ m}$$

$3/8 @ 150 \text{ mm}$
 $Asv = 1.42 \text{ cm}^2$

Corte

$V_{ux} = 2.10 \text{ t}$
 $\emptyset V_{nse} = 49.4 \text{ t}$
 $\emptyset V_s = 33.40 \text{ t}$
 $\emptyset V_n = 82.8 \text{ t} > V_u \text{ (ok)}$

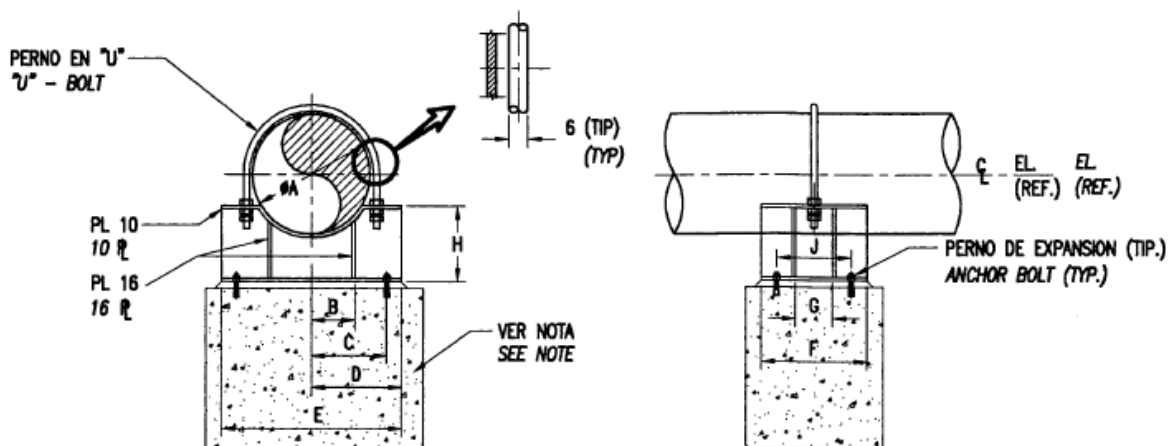
$V_{uy} = 1.62 \text{ t}$
 $\emptyset V_{nse} = 49.4 \text{ t}$
 $\emptyset V_s = 33.40 \text{ t}$
 $\emptyset V_n = 82.8 \text{ t} > V_u \text{ (ok)}$

3.4.7. Accesorios de anclaje

Es necesario señalar que el sistema de accesorios de anclaje entre la tubería y el soporte de concreto ya se encuentra establecido por la empresa en los estándares de soportería y es seleccionado por defecto.

A continuación se muestra el que se ha seleccionado para nuestro caso: soporte de tubería aérea:

Figura N° 27. Geometría de los accesorios de anclaje



Fuente: Detalles de estándar para soportes de tubería, Minera Shouxin

Donde:

CL: Centre line de la tubería

Las dimensiones y valores de los pernos a considerar serán tomados de la tabla a continuación, para un diámetro de Ø18" se tiene:

Tabla N° 12. Valores para las dimensiones de los accesorios de anclaje

Ø A DIAM. TUB PIPE DIA	B	C	D	E	F	G	H	J	CARGA MAX. (kg) MAX LOAD (kg)	PERNO DE EXPANSION ANCHOR BOLT	PESO (kg) WEIGHT (kg)
16"	170	230	270	540	300	140	170	220	3400	5/8" x 5 1/2"	59
18"	200	260	300	600	300	140	180	220	4400	5/8" x 5 1/2"	66
20"	220	285	325	650	400	240	200	320	5300	5/8" x 5 1/2"	88
24"	270	335	375	750	400	240	220	320	7900	3/4" x 5 1/2"	105

Fuente: Detalles de estándar para soportes de tubería, Minera Shouxin

3.5. Calidad de los Soportes

Para garantizar la calidad y durabilidad de los soportes, se deberá de asegurar:

Que los soportes fabricados deben ser de buen aspecto sin esquinas, protuberancias o bordes filosos para uso en concreto endurecido de cemento Portland, con resistencias a la tensión y el esfuerzo cortante apropiadas para las cargas soportadas ya analizadas.

Los accesorios de anclaje son fabricados de acuerdo con las instrucciones impresas del fabricante y ASME B 31.1, e instalados por soldadores e instaladores con experiencia y utilizando los mejores procedimientos de soldadura disponibles.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados del análisis Caesar II®

A continuación se muestra el resumen de máximos esfuerzos y los ratios según código:

```

CODE STRESS CHECK PASSED           : LOADCASE           5 (HYD) WW+HP+H
Highest Stresses: (      Pa          ) LOADCASE           (HYD) WW+HP+H
CodeStress Ratio (%):                31.4 Node           880
Code Stress:                          81859.9 Allowable:      0621.8
Axial Stress:                          45376.3 Node           065
Bending Stress:                         42342.9 Node           880
Torsion Stress:                          1335.3 Node           920
Hoop Stress:                             93330.0 Node           540
3D Max Intensity:                       101667.4 Node          100

CODE STRESS CHECK PASSED           : LOADCASE           20 (SUS) W+P1+H
Highest Stresses: (      Pa          ) LOADCASE           20 (SUS) W+P1+H
CodeStress Ratio (%):                54.0 Node           880
Code Stress:                          84463.3 Allowable:      6373.1
Axial Stress:                          37196.5 Node           065
Bending Stress:                         58392.3 Node           880
Torsion Stress:                          1776.9 Node           920
Hoop Stress:                             76500.0 Node           540
3D Max Intensity:                       96468.5 Node           880

CODE STRESS CHECK PASSED           : LOADCASE           21 (EXP) L21=L6-L20
Highest Stresses: (      Pa          ) LOADCASE           21 (EXP) L21=L6-L20
CodeStress Ratio (%):                33.5 Node           880
Code Stress:                          69772.5 Allowable:      8497.5
Axial Stress:                          20848.4 Node           245
Bending Stress:                         69772.2 Node           880

```

```

Torsion Stress:          1064.5 Node      410
:
Hoop Stress:            0.0 Node          0
3D                      Max
Intensity:              94017.5 Node     880
CODE STRESS CHECK
PASSED                  : LOADCASE      22 (EXP) L22=L7-L20
Highest
Stresses: (            Pa          ) LOADCASE      22 (EXP) L22=L7-L20
CodeStress
Ratio (%):              41.5 Node      880
Code Stress:           86573.8 Allowable:      20
                                                                8497.5
Axial Stress:          38871.7 Node      245
:
Bending Stress:       86573.5 Node      880
:
Torsion Stress:       1316.1 Node      410
:
Hoop Stress:          0.0 Node          0
3D                      Max
Intensity:            116748.9 Node     880
CODE STRESS CHECK
PASSED                  : LOADCASE      35 (OCC) L35=L20+L23
Highest
Stresses: (            Pa          ) LOADCASE      35 (OCC) L35=L20+L23
CodeStress
Ratio (%):              41.3 Node      336
Code Stress:           95564.8 Allowable:      23
                                                                1663.8
Axial Stress:          37205.9 Node      065
:
Bending Stress:       80014.3 Node      336
:
Torsion Stress:       1776.9 Node      920
:
Hoop
Stress:                 76500.0 Node @      6540
3D                      Max          @
Intensity:              115522.1 Node @      6336
CODE                      CHECK
STRESS                    PASSED
                          : LOADCASE      36 (OCC) L36=L20+L24
Highest
Stresses: (            Pa          ) LOADCASE      36 (OCC) L36=L20+L24
CodeStress
Ratio (%):              44.8 Node @      6336
Code Stress:           103792.8 Allowable:      231663.8
                                                                @
Axial Stress:          37206.8 Node @      7065
                                                                @
Bending Stress:       85064.8 Node @      6336
                                                                @
Torsion Stress:       1776.9 Node @      5920
                                                                @
Hoop Stress:          76500.0 Node @      6540

```

3D	Max	@	
Intensity:		124057.9 Node	6336
CODE STRESS CHECK			
PASSED		: LOADCASE 7	(OCC) L37=L20+L25
Highest			
Stresses: (	Pa	) LOADCASE 37 (OCC)	L37=L20+L25
CodeStress		@	
Ratio (%):		36.7 Node	4880
Code Stress:		85084.1 Allowable:	231663.8
		@	
Axial Stress:		37196.8 Node	7065
		@	
Bending Stress:		59166.9 Node	4880
		@	
Torsion Stress:		1786.0 Node	5920
		@	
Hoop Stress:		76500.0 Node	6540
3D	Max	@	
Intensity:		97144.4 Node	4880
CODE STRESS CHECK			
PASSED		: LOADCASE 8	(OCC) L38=L20+L26
Highest			
Stresses: (	Pa	) LOADCASE 38 (OCC)	L38=L20+L26
CodeStress		@	
Ratio (%):		36.7 Node	4880
Code Stress:		85067.8 Allowable:	231663.8
		@	
Axial Stress:		37196.7 Node	7065
		@	
Bending Stress:		59150.0 Node	4880
		@	
Torsion Stress:		1785.8 Node	5920
		@	
Hoop Stress:		76500.0 Node	6540
3D	Max	@	
Intensity:		97126.6 Node	4880
CODE STRESS CHECK			
PASSED		: LOADCASE 9	(OCC) L39=L20+L27
Highest			
Stresses: (	Pa	) LOADCASE 39 (OCC)	L39=L20+L27
CodeStress		@	
Ratio (%):		55.4 Node	6336
Code Stress:		128449.2 Allowable:	231663.8
		@	
Axial Stress:		37209.7 Node	7065
		@	
Bending Stress:		121047.3 Node	6336
		@	
Torsion Stress:		1803.6 Node	5920
		@	
Hoop Stress:		76500.0 Node	6540
3D	Max	@	
Intensity:		149955.1 Node	6336
CODE STRESS CHECK			
PASSED		: LOADCASE 0	(OCC) L40=L20+L28
Highest			
Stresses: (	Pa	) LOADCASE 40 (OCC)	L40=L20+L28
CodeStress		@	
Ratio (%):		54.8 Node	6336

Code Stress:	126880.5	Allowable:	231663.8
		@	
Axial Stress:	37208.0	Node	7065
		@	
Bending Stress:	111902.0	Node	6336
		@	
Torsion Stress:	1809.7	Node	5920
		@	
Hoop Stress:	76500.0	Node	6540
3D Max		@	
Intensity:	148338.2	Node	6336
CODE STRESS CHECK			
PASSED			: LOADCASE 41 (OCC) L41=L20+L29
Highest			
Stresses: (Pa)			LOADCASE 41 (OCC) L41=L20+L29
CodeStress		@	
Ratio (%):	47.2	Node	6336
			2
			31663.8
Code Stress:	109305.7	Allowable:	8
		@	
Axial Stress:	37207.3	Node	7065
		@	
Bending Stress:	88384.7	Node	6336
		@	
Torsion Stress:	1776.9	Node	5920
		@	
Hoop Stress:	76500.0	Node	6540
3D Max		@	
Intensity:	129828.0	Node	6336
CODE STRESS CHECK			(OCC)
PASSED			: LOADCASE 2 L42=L20+L30
Highest			
Stresses: (Pa)			LOADCASE 42 (OCC) L42=L20+L30
CodeStress		@	
Ratio (%):	41.7	Node	6336
			2
			31663.8
Code Stress:	96610.1	Allowable:	8
		@	
Axial Stress:	37207.2	Node	7065
		@	
Bending Stress:	80739.7	Node	6336
		@	
Torsion Stress:	1776.9	Node	5920
		@	
Hoop Stress:	76500.0	Node	6540
3D Max		@	
Intensity:	116600.4	Node	6336
CODE STRESS CHECK			(OCC)
PASSED			: LOADCASE 3 L43=L20+L31
Highest			
Stresses: (Pa)			LOADCASE 43 (OCC) L43=L20+L31
CodeStress		@	
Ratio (%):	36.5	Node	4880
			2
			31663.8
Code Stress:	84537.0	Allowable:	8

Axial Stress:	37196.7	Node	@	7065
Bending Stress:	58423.7	Node	@	4880
Torsion Stress:	1785.9	Node	@	5920
Hoop Stress:	76500.0	Node	@	6540
3D Max Intensity:	96549.2	Node	@	4880
CODE STRESS CHECK				(OCC)
PASSED		: LOADCASE 4		L44=L20+L32
Highest Stresses: (CodeStress	Pa	) LOADCASE 44 (OCC)		L44=L20+L32
Ratio (%):	36.5	Node	@	4880
Code Stress:	84561.3	Allowable:		31663.2
Axial Stress:	37196.7	Node	@	7065
Bending Stress:	58441.2	Node	@	4880
Torsion Stress:	1785.5	Node	@	5920
Hoop Stress:	76500.0	Node	@	6540
3D Max Intensity:	96575.8	Node	@	4880
CODE STRESS CHECK				(OCC)
PASSED		: LOADCASE 5		L45=L20+L33
Highest Stresses: (CodeStress	Pa	) LOADCASE 45 (OCC)		L45=L20+L33
Ratio (%):	57.6	Node	@	6310
Code Stress:	133421.1	Allowable:		31663.2
Axial Stress:	37211.8	Node	@	7065
Bending Stress:	117368.2	Node	@	6310
Torsion Stress:	1791.8	Node	@	5920
Hoop Stress:	76500.0	Node	@	6540
3D Max Intensity:	154737.7	Node	@	6310
CODE STRESS CHECK				(OCC)
PASSED		: LOADCASE 6		L46=L20+L34
Highest Stresses: (CodeStress	Pa	) LOADCASE 46 (OCC)		L46=L20+L34
Ratio (%):	55.3	Node	@	6336
Code Stress:	128165.8	Allowable:		31663.2
Axial Stress:	37212.1	@Node		7065

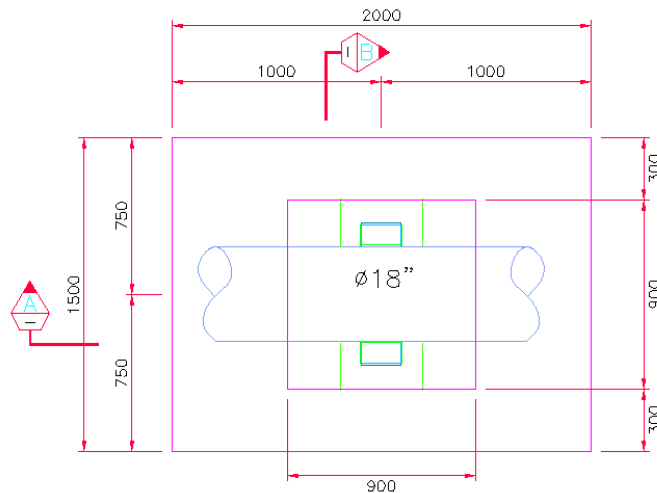
	Bending Stress:	118904.6	@Node	336	6
	Torsion Stress:	1809.0	@Node	920	5
	Hoop Stress:	76500.0	@Node	540	6
	Max		(	6	
D	Intensity:	149666.2	Node	336	
	Max		(	6	
D	Intensity:	149666.2	Node	336	

4.1.2. Dimensiones de los soportes

Analizando los resultados finales del cálculo manual de las zapatas y pedestales, en los detalles a continuación se puede observar que las dimensiones de la zapata de concreto se incrementan respecto al diseño original.

Para ambos tipos de soportes, se tienen las nuevas dimensiones para las zapatas:

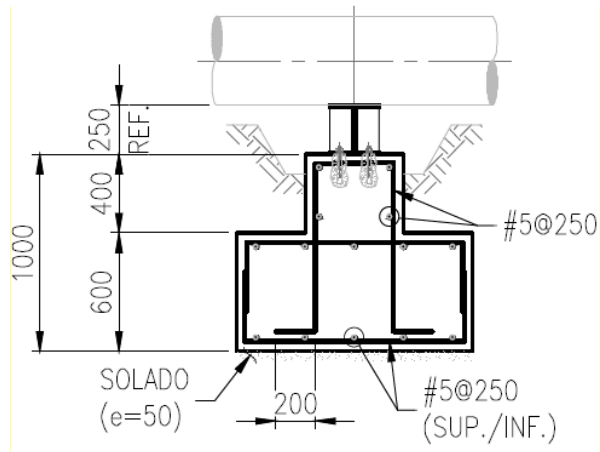
Figura N° 28. Planta de Apoyo Simple o Anclado



Fuente: Elaboración propia

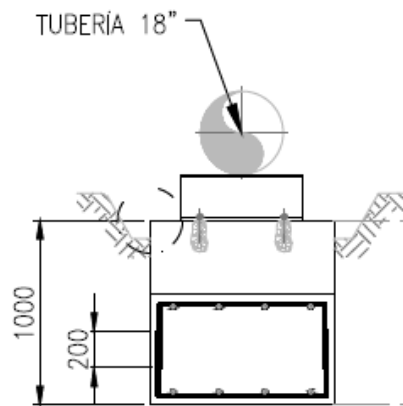
Para el caso de los pedestales, las dimensiones no han variado y se mantiene el diseño existente:

Figura N° 29. Sección A del soporte de apoyo simple



Fuente: Plano de detalles de soportes, Minera Shouxin

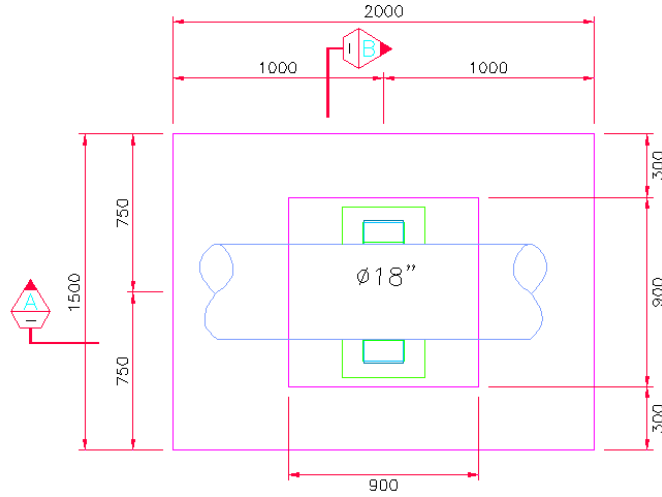
Figura N° 30. Sección B del soporte de apoyo simple



Plano de detalles de soportes, Minera Shouxin

A continuación se tienen las nuevas dimensiones para el soporte tipo guía:

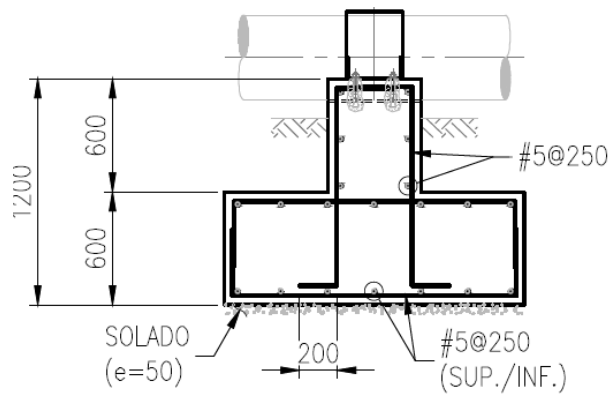
Figura N° 31. Planta de soporte tipo guía



Fuente: Elaboración propia

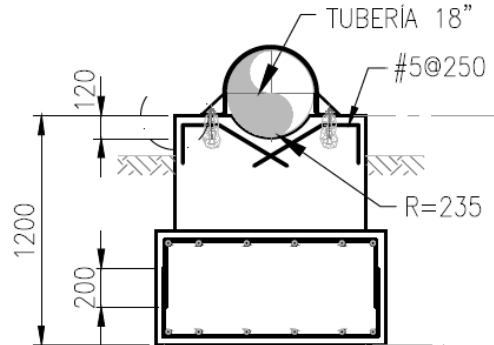
Al igual que el soporte simple, los pedestales del soporte tipo guía no han variado y se mantiene el diseño existente:

Figura N° 32. Sección A del soporte tipo guía



Plano de detalles de soportes, Minera Shouxin

Figura N° 33. Sección A del soporte tipo guía



Plano de detalles de soportes, Minera Shouxin

4.1.3. Optimización de Volúmenes de concreto

De los planos de ubicación de soportes, según los anexos adjuntos, se extrae los detalles de los soportes para hacer el comparativo con el diseño original del proyecto versus el diseño actual desarrollado en este estudio.

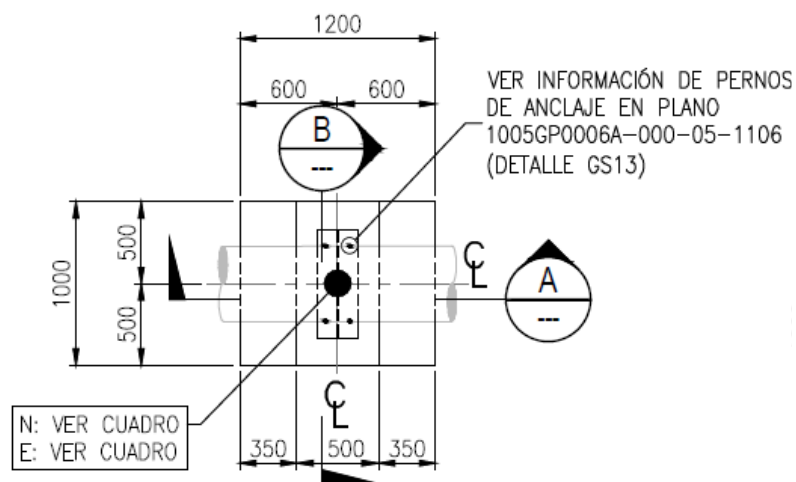
Para la zapata del soporte tipo simple, se han utilizado las siguientes dimensiones:

$$BX = 1.20 \text{ m}$$

$$BY = 1.00 \text{ m}$$

Gráficamente:

Figura N° 34. Planta de soporte simple



Fuente: Plano de soportes de tubería, Minera Shouxin

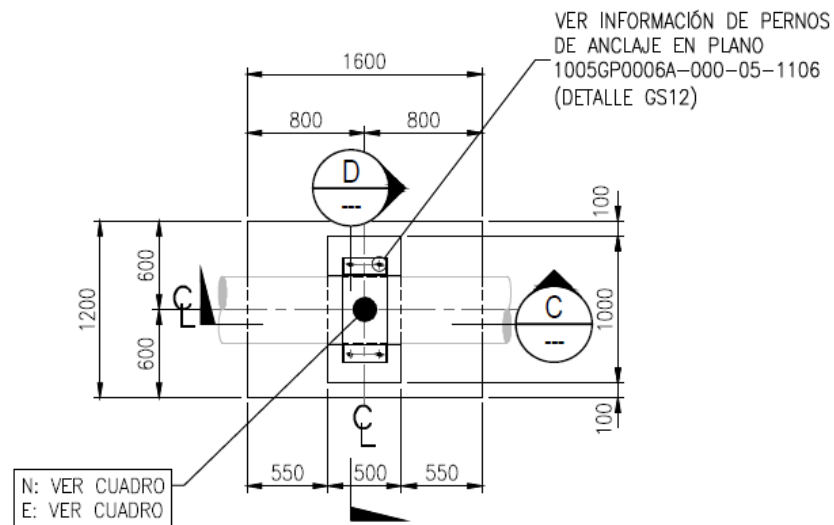
Para la zapata del soporte tipo guía, se han utilizado las siguientes dimensiones:

$$BX = 1.60 \text{ m}$$

$$BY = 1.20 \text{ m}$$

Gráficamente:

Figura N° 35. Planta de soporte tipo guía



Fuente: Plano de soportes de tubería, Minera Shouxin

Partiendo de las dimensiones observadas, se elabora un comparativo y comprobar las diferencias de los volúmenes de concreto del diseño inicial y el optimizado en el presente estudio. Tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 13. Volúmenes de concreto optimizados

Ítem	Bx Diseño anterior	By Diseño anterior	Bx Diseño anterior	By Diseño anterior	N° de soportes	Vol. Anterior (m ³)	Vol. Recalculado (m ³)	Vol. Optimizado (m ³)
Soporte Simple	1.20	1.00	1.20	1.00	306	367.20	918.00	550.80
Soporte Guía	1.60	1.20	1.60	1.20	88	169	264.00	95.00

Fuente: Elaboración propia

4.2. CONCLUSIONES

De acuerdo a las combinaciones de carga proporcionadas por el software Caesar II® y las cargas actuantes en los soportes, se observa que las fuerzas que gobiernan notablemente el sistema son las de presión y temperatura.

Se logró diseñar los soportes para el recorrido de la tubería de relaves luego de una previa revisión de documentos tales como los criterios de diseño de las disciplinas involucradas y proyectos mineros relacionados al proyecto en estudio.

De acuerdo con el sistema de soportes indicado en los planos de planta y sección, tanto las tensiones primarias como las secundarias y los debidos a estados de carga, para las condiciones analizadas, se encuentran dentro de los valores establecidos por el código ASME B31.4

La cimentación cumple los criterios de estabilidad al volteo, estabilidad al deslizamiento, presiones máximas en el terreno y condiciones de servicio, así mismo la resistencia de la sección supera las fuerzas actuantes externas.

Si no se considera la flexibilidad de la tubería, se subdimensionan los soportes y estos pueden fallar por deslizamiento, volteo o destrucción del propio apoyo por corte en su integridad. Así mismo, el exceso de soportes puede disminuir la flexibilidad de la tubería, lo cual no sería aceptable debido a las pendientes en el recorrido.

Según lo visto en los resultados, los volúmenes de concreto en las zapatas se han incrementado significativamente por lo que queda demostrado que el análisis de flexibilidad toma un papel importante en el diseño del sistema de soportería.

Se tiene una visión general de los soportes y tubería como sistema en el software Navisworks como maqueta del proyecto.

4.3. RECOMENDACIONES

Actualmente, los sistemas estructurales del diseño inicial del proyecto se encuentran en operación, surge la necesidad de analizarlos debido al cambio de la normativa peruana de sismo E030 y además, debido a su exposición a altas temperaturas y presiones de los fluidos.

Si bien es importante diseñar este tipo de estructuras con una proyección de vida útil, cabe la necesidad de revisarlos periódicamente y ser reforzados si es que así se requiere.

Crear una base de datos de soportes de manera que el cálculo y elección del tipo de soporte sea más rápido y óptimo para futuros proyectos.

Los sistemas de tubería deben anclarse y soportar correctamente para evitar toda deflexión, vibración y dislocación indebida a causa de eventos sísmicos, presión en la línea, peso de la tubería, peso del fluido, movimiento del líquido, cambios de temperatura, vibración, fuerzas probables aplicadas durante la construcción y estrés en la tubería.

La instalación de los soportes y anclajes han de seguir las pendientes especificadas de la tubería y en los planos de tuberías, sin exceder los desvíos máximos de tubería permitidos por la norma ASME B 31.1.

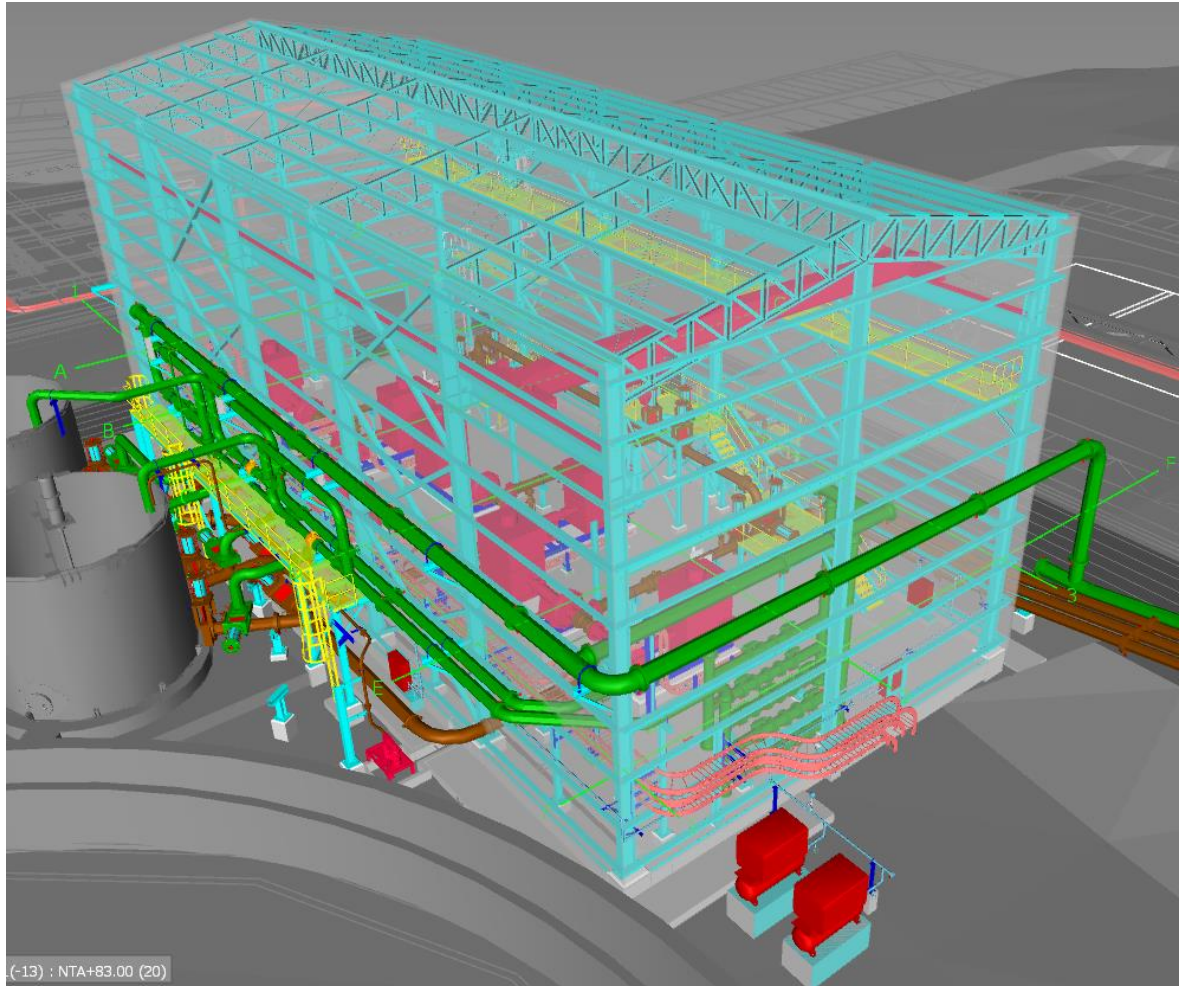
REFERENCIAS

- ACI 318S-14 (2014), *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.
- American Society of Mechanical Engineers, *Process Piping ASME B31.3*, New York.
- Braja M. Das (2012), *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones – Séptima Edición*.
- Caesar II® (2018). Disponible en website de Intergraph:
<http://www.intergraph.com/global/mx/products/ppm/caesarii/downloads.aspx>
- Gamboa Medina, Juan Alberto (2006). *Elaboración del Estándar de Soportería y Detalles típicos de tuberías de las empresas Y&V*. Informe de Pasantía Larga como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Simón Bolívar Venezuela.
- Graciano, C. y Goncalves, R. (2004), *Análisis de Flexibilidad de Sistemas de Tuberías*. Caracas.
- FE Richard, J.R. Hall and R.D. Woods (1970), *Fundaciones y vibración de suelos*. Prentice, Hall.
- Hernández Bello Daryxa J. (2013), *Curso Básico de Soportes en Tuberías*.
- Minera Shouxin Perú (2014), *Criterios de Diseño Disciplina: Tuberías*. Perú.
- Minera Shouxin Perú (2014), *Criterios de Diseño Disciplina: Concreto y Estructuras*. Perú.
- NavisWoks Freedom (2019). Disponible en website de Autodesk:
<https://www.autodesk.com/products/navisworks/3d-viewers>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), *E.020 Cargas*. Lima.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), *E.060 Diseño en concreto armado*. Lima.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2016), *E.030 Diseño sismo resistente*. Lima.
- Smith, Paul R. y Van Laan, Thomas J. *Piping and Pipe Support System*.
McGraw-Hill Book Company.
- Tafur Gutiérrez, Aníbal (2012). *Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda, con un Sótano y Seis Pisos, Ubicado en Magdalena*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, PUCP. Lima.
- Torres Belandria, Rafael Angel (2008), *Análisis y Diseño de Muros de Contención de Concreto Armado*. Segunda impresión. Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería. Merida, Venezuela.
- Trujillo Anderson, Hilton Gustavo (2013). *Estudio del Espaciamiento Óptimo entre Contrafuertes de Muros de Contención de Concreto Armado*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
- Vargas Tapia, Rubén Rodrigo (2013). *Análisis de la Influencia de la Variabilidad de los Parámetros Geotécnicos en el Diseño Geotécnico de Muros de Contención, Utilizando el Método Montecarlo*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, PUCP. Lima.

ANEXOS

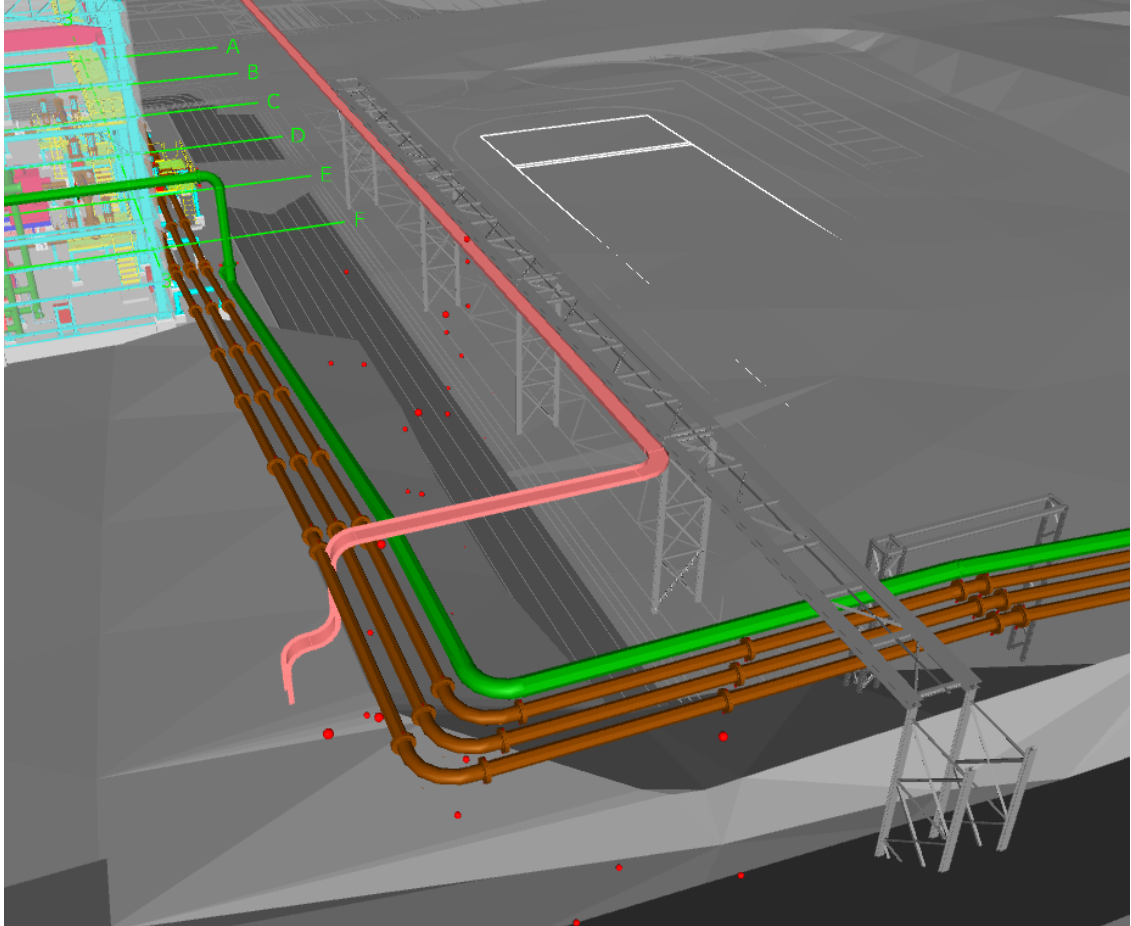
Anexo n.º 1. Vista 3D Planta de estación de bombeo de relaves, modelo Navisworks	86
Anexo n.º 2. Vista 3D de la distribución de tuberías, modelo Navisworks	87
Anexo n.º 3. Vista 3D de la tubería de 18" de relaves, modelo Navisworks	88
Anexo n.º 4. Plano de Arreglo General de Distribución de Soportes.....	89
Anexo n.º 5. Plano de Ubicación de Soportes Km 0+460 al 0+920.....	90
Anexo n.º 6. Plano de Ubicación de Soportes Km 0+920 al 1+380	91
Anexo n.º 7. Plano de Ubicación de Soportes Km 1+380 al 1+840	92
Anexo n.º 8. Plano de Ubicación de Soportes Km 1+840 al 2+300	93
Anexo n.º 9. Plano de Ubicación de Soportes Km 2+300 al 2+760	94
Anexo n.º 10. Plano de Ubicación de Soportes Km 2+760 al 3+220	95
Anexo n.º 11. Plano de Ubicación de Soportes Km 3+220 al 3+680	96
Anexo n.º 12. Plano de Ubicación de Soportes Km 3+680 al 4+120	97
Anexo n.º 13. Plano de Ubicación de Soportes Km 4+120 al 4+550	98
Anexo n.º 14. Plano de Ubicación de Soportes Km 4+550 al 4+980	99
Anexo n.º 15. Plano de Ubicación de Soportes Km 4+980 al 5+440	100
Anexo n.º 16. Plano de Ubicación de Soportes Km 5+440 al 5+900	101
Anexo n.º 17. Plano de Ubicación de Soportes Km 5+900 al 6+360	102
Anexo n.º 18. Plano de Ubicación de Soportes Km 6+360 al 6+820	103
Anexo n.º 19. Plano de Ubicación de Soportes Km 6+820 al 7+210.....	104

Anexo n.º 1. Vista 3D Planta de estación de bombeo de relaves, modelo Navisworks



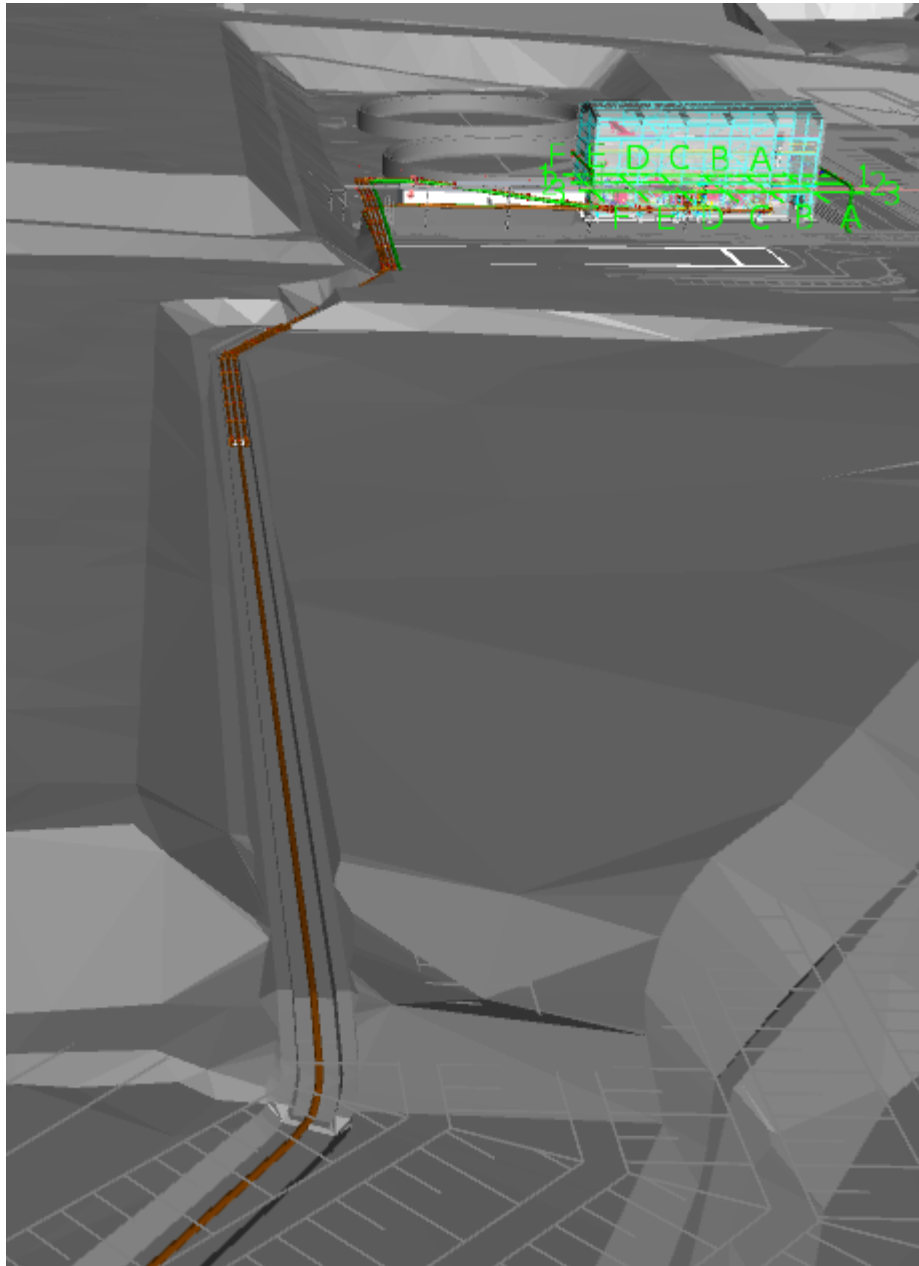
Fuente: Minera Shouxin

Anexo n.º 2. Vista 3D de la distribución de tuberías, modelo Navisworks



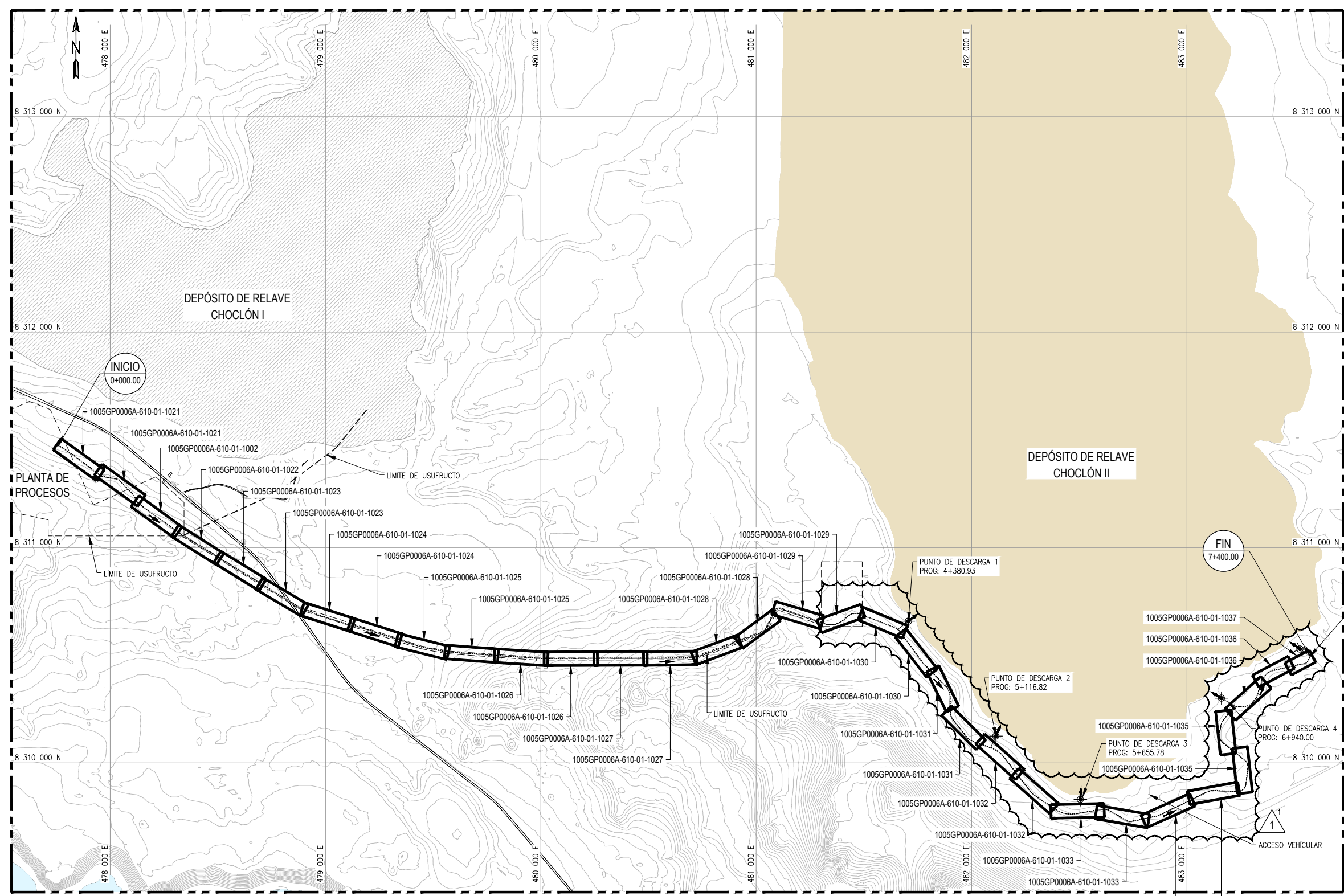
Fuente: Minera Shouxin

Anexo n.º 3. Vista 3D de la tubería de 18" de relaves, modelo Navisworks

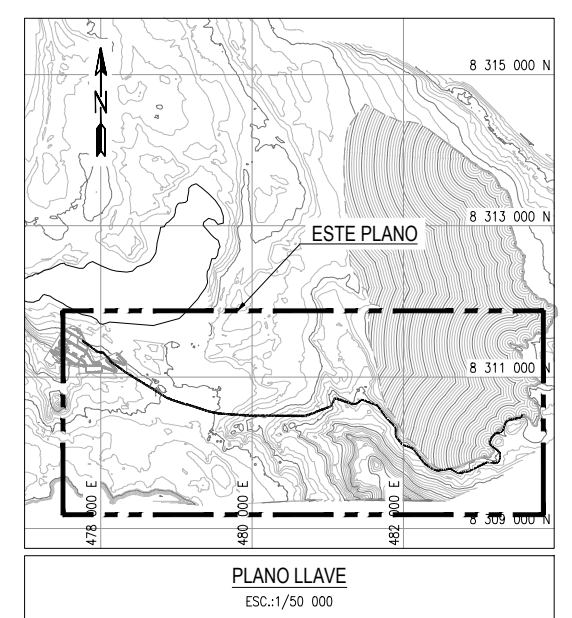


Fuente: Minera Shouxin

USUARIO : macscontreras
 ARCHIVO : S:\CP\4 - Proyectos\1005-MINERA SHOUXIN PERU\0006A-IngDetPlantaTrRelaves\Ingeniería\Planta\1005GP0006A-610-01-1020_1.dwg
 ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA DE INGENIERÍA.

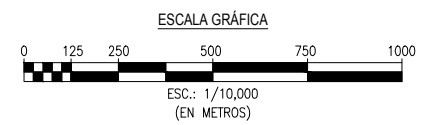


PLANTA GENERAL
ESC.:1/10 000



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO	
• BASES DE CONCRETO	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
• SOLADO	$f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
ACERO DE REFUERZO	
• BARRAS CORRUGADAS ASTM A615 Gr.60	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
ESTUDIO DE SUELOS	
• CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)	$\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
RECURRIMIENTO	
• CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR	75mm
• EN CONTACTO CON EL TERRENO	75mm
• EN CARA SUPERIOR	50mm



- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- LA TOPOGRAFÍA FUE PROPORCIONADA POR MINERA SHOUXIN.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- EL DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

STD-01-001	NOTA GENERALES
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA		BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.	
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001			
APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA
			APROBADO POR: J. BERNUY
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA

MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

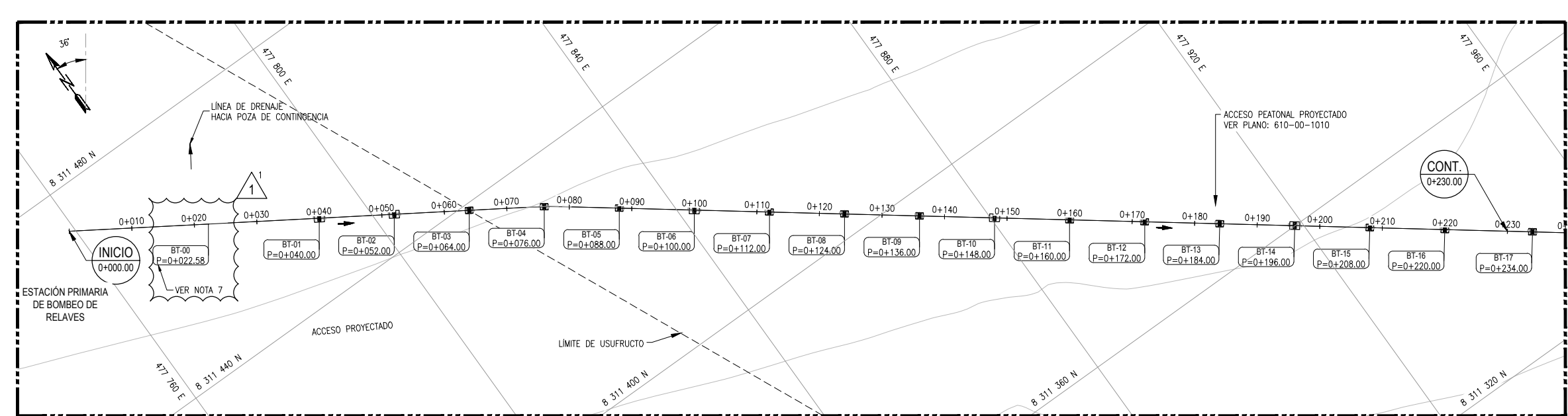
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS

ARREGLO GENERAL

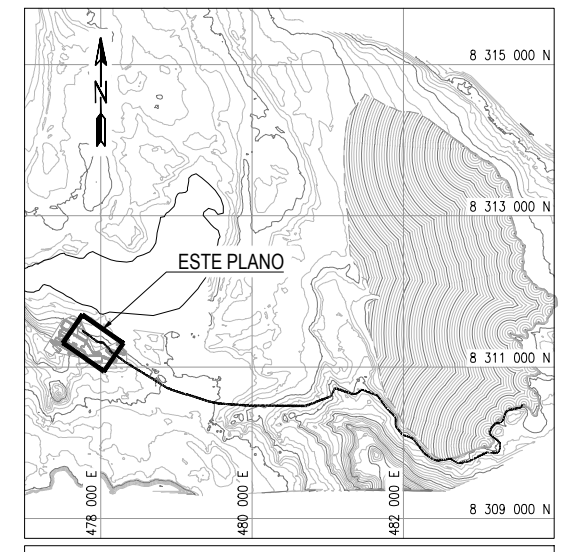
DISTRIBUCIÓN DE SOPORTES

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV. 1

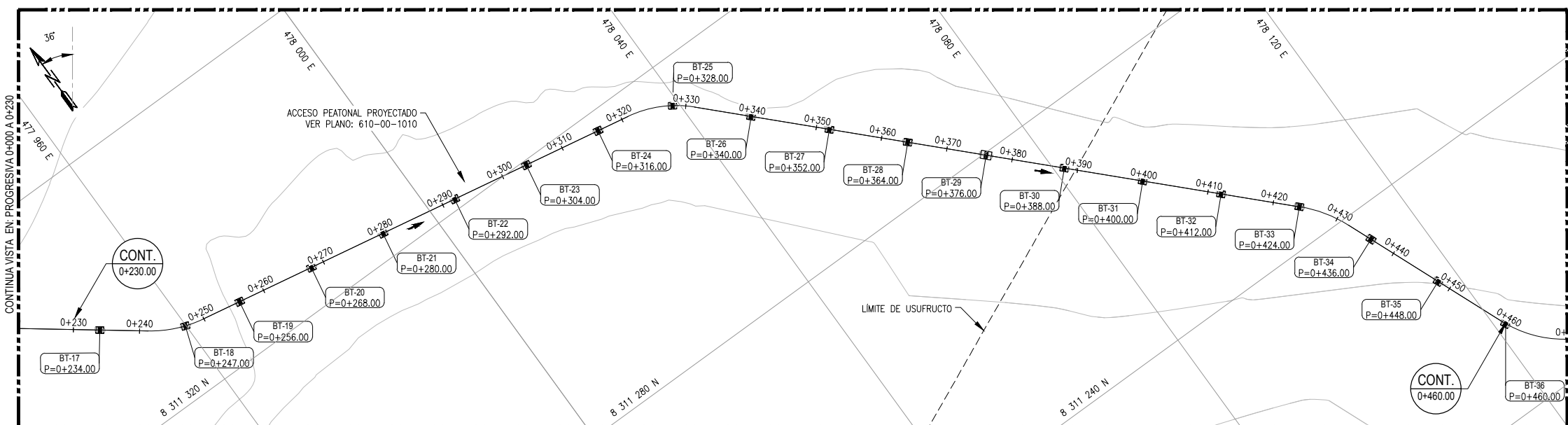
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001:2000 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA DE INGENIERÍA.



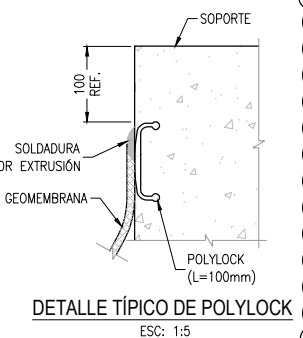
PLANTA
PROGRESIVA 0+000 A 0+230
ESC.: 1/400



PLANO LLAVE
ESC.: 1/50 000



PLANTA
PROGRESIVA 0+230 A 0+460
ESC.: 1/400



DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK
ESC.: 1:5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS ASTM A615 Gr.60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

ESTUDIO DE SUELOS

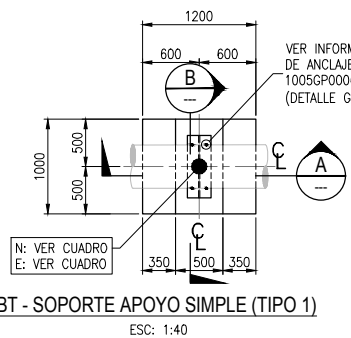
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

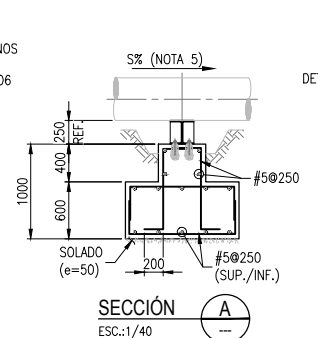
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°1

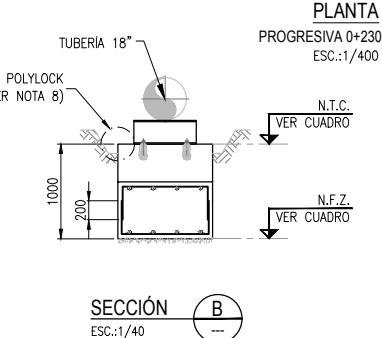
TIPO	SOPORTE	NTC	NFZ	N	E
2	BT-01	97.912	96.712	8311451.904	47792.818
2	BT-02	98.387	97.187	8311445.426	47780.919
1	BT-03	98.603	97.603	8311438.949	47781.3021
1	BT-04	99.190	98.190	8311432.435	477823.099
1	BT-05	99.777	98.777	8311425.273	477832.725
2	BT-06	100.734	99.534	8311418.025	477842.289
1	BT-07	100.951	99.951	8311410.777	477851.853
1	BT-08	101.537	100.537	8311403.529	477861.417
1	BT-09	102.124	101.124	8311396.282	477870.981
2	BT-10	103.081	101.881	8311389.034	477880.545
1	BT-11	103.298	102.298	8311381.786	477890.109
1	BT-12	103.885	102.885	8311374.538	477899.673
1	BT-13	104.471	103.471	8311367.290	477909.237
2	BT-14	105.428	104.228	8311360.043	477918.801
1	BT-15	105.645	104.645	8311352.795	477928.365
1	BT-16	106.916	105.916	8311345.547	477937.929
1	BT-17	106.916	105.916	8311337.091	477949.087
1	BT-18	107.552	106.552	8311329.989	477959.903
1	BT-19	107.992	106.992	8311328.121	477968.698
1	BT-20	108.579	107.579	8311325.922	477980.495
1	BT-21	109.166	108.166	8311323.723	477992.291
1	BT-22	109.752	108.752	8311321.524	478004.088
1	BT-23	110.339	109.339	8311319.325	478015.885
1	BT-24	110.926	109.926	8311317.126	478027.682
1	BT-25	111.164	110.164	8311313.570	478039.027
1	BT-26	111.344	110.344	8311305.275	478047.675
1	BT-27	111.523	110.523	8311296.736	478056.106
1	BT-28	111.703	110.703	8311288.197	478064.537
2	BT-29	112.253	111.053	8311279.658	478072.968
1	BT-30	112.063	111.063	8311271.119	478081.400
1	BT-31	112.243	111.243	8311262.580	478089.831
1	BT-32	112.423	111.423	8311254.040	478098.262
1	BT-33	112.603	111.603	8311245.501	478106.693
1	BT-34	112.783	111.783	8311235.158	478115.125
1	BT-35	112.962	111.962	8311224.025	478117.036
1	BT-36	113.235	112.235	8311212.895	478121.523



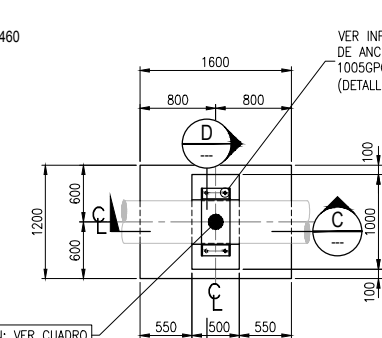
BT - SOPORTE APOYO SIMPLE (TIPO 1)
ESC.: 1:40



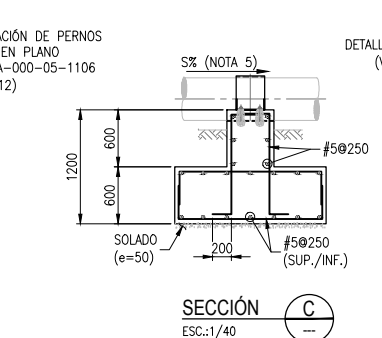
SECCIÓN (A)
ESC.: 1:40



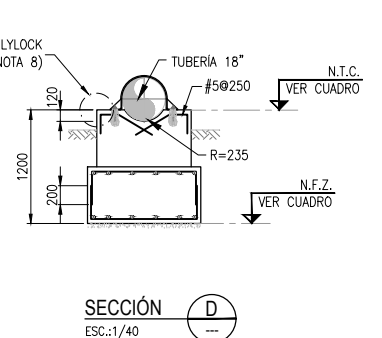
SECCIÓN (B)
ESC.: 1:40



BT - SOPORTE GUÍA (TIPO 2)
ESC.: 1:40



SECCIÓN (C)
ESC.: 1:40



SECCIÓN (D)
ESC.: 1:40

LEYENDA:
N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
N.F.Z. NIVEL FONDO DE ZAPATA



- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- EL DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1121 / 610-05-1122
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- VER DETALLE DE SOPORTE DE TUBERÍA INICIAL (BT-00) EN PLANO 610-01-1045
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16								
STD-01-001	NOTAS GENERALES	1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
3100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO	0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
1100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO	B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA	A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA		BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.		CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001	
APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROY.			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	
COD. PROY. BISA:	1005GP0006A	PLANO BISA N.º:	1005GP0006A-610-01-1021	ESCALA:	INDICADA

MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS

UBICACIÓN DE SOPORTES

Km 0+000 AL Km 0+460

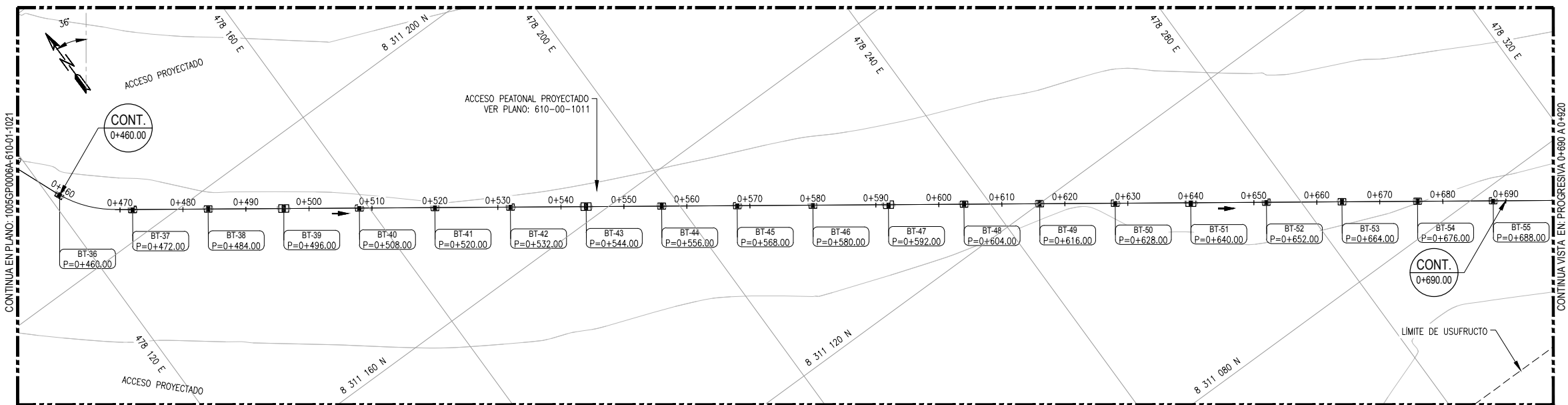
COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N.º: REV. 1

USUARIO: macrocheros

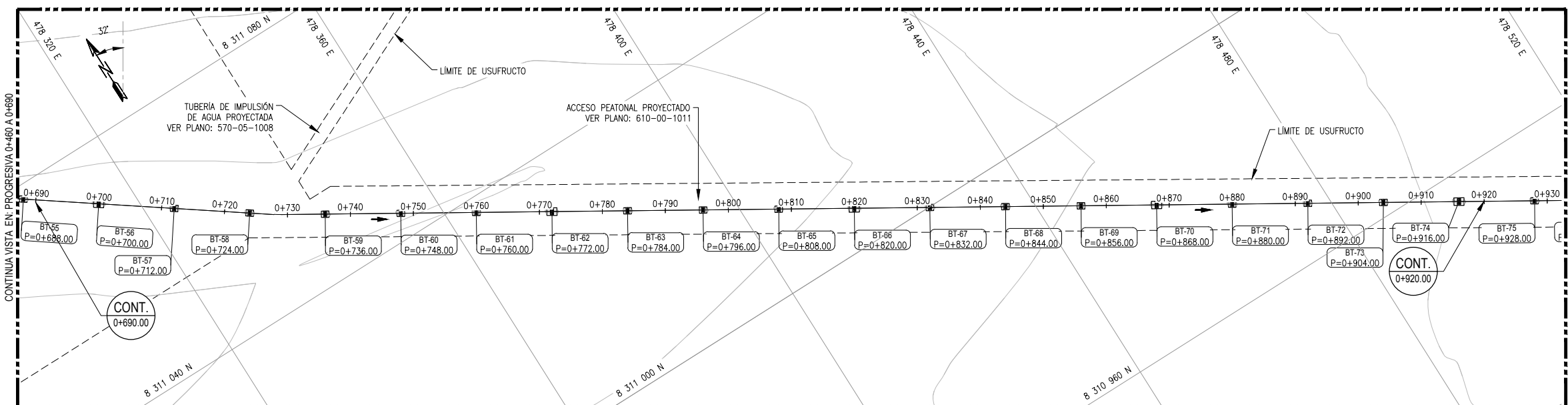
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA DE INGENIERÍA.

ARCHIVO : S:\CP\4 - Proyectos\1005-MINERA-SHOUXIN PERU\0006A-IngDetPlantaRelaves\Ingeniería\Planta\01CONCRETO\03BANDEJA\1005GP0006A-610-01-1022_1.dwg

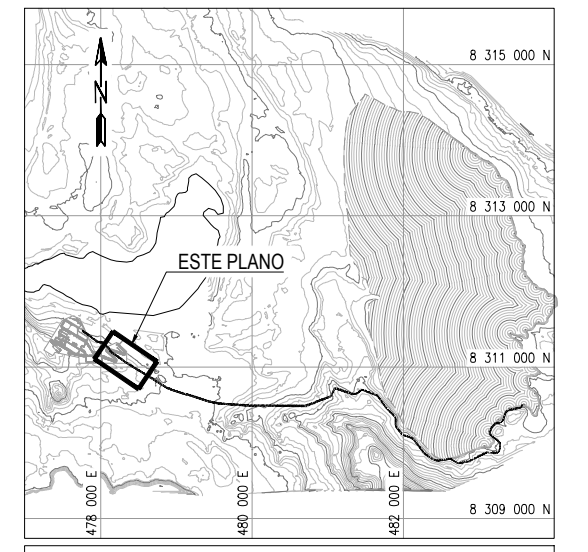
USUARIO : macchietto



PLANTA
PROGRESIVA 0+460 A 0+690
ESC.:1/400



PLANTA
PROGRESIVA 0+690 A 0+920
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

- CONCRETO**
- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE REFUERZO**
- BARRAS CORRUGADAS $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - ASTM A615 Gr.60
- ESTUDIO DE SUELOS**
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
 - ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)
- RECUBRIMIENTO**
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
 - EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
 - EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°2

TIPO		NTC	NFZ	N	E
1	BT-37	113.584	112.584	8311204.188	478129.514
1	BT-38	113.967	112.967	8311197.170	478139.249
2	BT-39	114.789	113.589	8311190.153	478148.983
1	BT-40	114.872	113.872	8311183.136	478158.717
1	BT-41	115.325	114.325	8311176.118	478168.452
1	BT-42	115.778	114.778	8311169.101	478178.186
2	BT-43	116.600	115.400	8311162.084	478187.920
1	BT-44	116.683	115.683	8311155.066	478197.655
1	BT-45	117.136	116.136	8311148.049	478207.389
1	BT-46	117.589	116.589	8311141.032	478217.123
2	BT-47	118.411	117.211	8311134.014	478226.857
1	BT-48	118.494	117.494	8311126.997	478236.592
1	BT-49	118.947	117.947	8311119.979	478246.326
1	BT-50	119.400	118.400	8311112.962	478256.060
2	BT-51	120.222	119.022	8311105.945	478265.795
1	BT-52	120.305	119.305	8311098.927	478275.529
1	BT-53	120.758	119.758	8311091.910	478285.263
1	BT-54	121.211	120.211	8311084.893	478294.998
1	BT-55	121.663	120.663	8311077.875	478304.732
2	BT-56	122.486	121.286	8311070.858	478314.466
1	BT-57	122.569	121.569	8311063.840	478324.200
1	BT-58	123.022	122.022	8311056.823	478333.935
1	BT-59	123.474	122.474	8311050.262	478343.670
1	BT-60	123.406	122.406	8311043.966	478354.190
1	BT-61	122.793	121.793	8311037.670	478364.405
2	BT-62	122.104	120.904	8311031.374	478374.621
1	BT-63	120.675	119.675	8311025.077	478384.836
1	BT-64	119.616	118.616	8311018.781	478395.052
1	BT-65	118.557	117.557	8311012.485	478405.268
2	BT-66	117.867	116.667	8311006.189	478415.483
1	BT-67	116.438	115.438	8310999.893	478425.699
1	BT-68	115.379	114.379	8310993.597	478435.914
1	BT-69	114.320	113.320	8310987.301	478446.130
2	BT-70	113.631	112.431	8310981.004	478456.346
1	BT-71	112.201	111.201	8310974.708	478466.561
1	BT-72	111.142	110.142	8310968.412	478476.777
1	BT-73	110.083	109.083	8310962.116	478486.993
2	BT-74	109.394	108.194	8310955.820	478497.208

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.
- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1123 / 610-05-1124
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

NOTA:
PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1021



NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
STD-01-001	NOTAS GENERALES
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DESBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROY. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1022 ESCALA: INDICADA

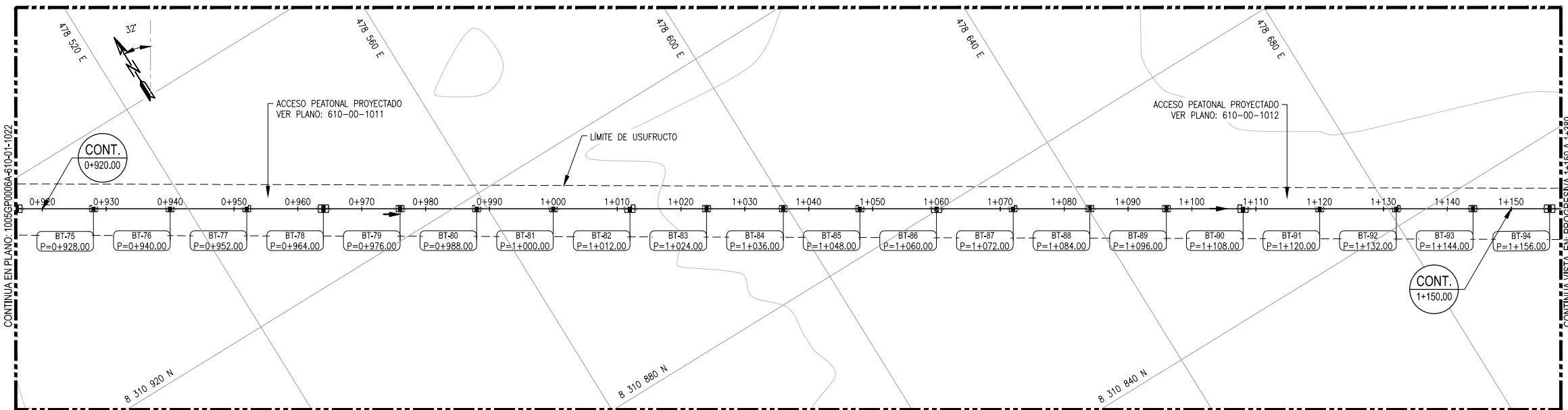
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

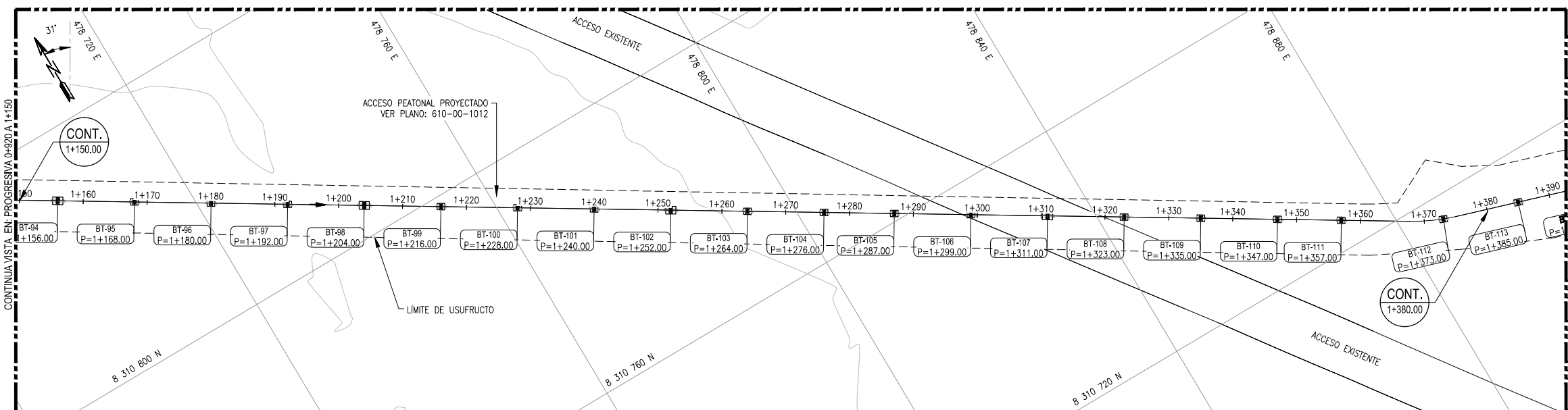
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 0+460 AL Km 0+920

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV.: 1

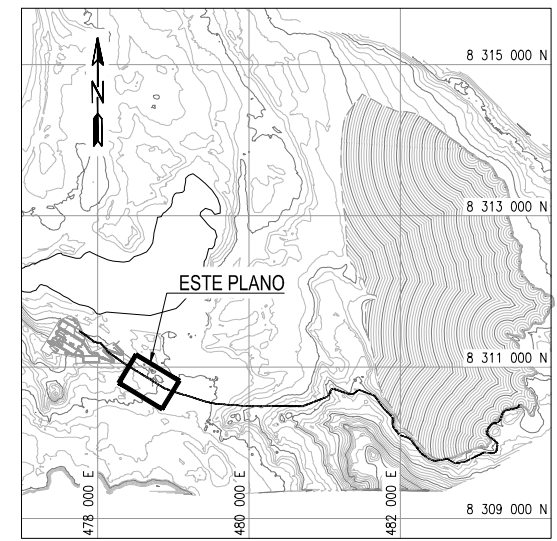
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001:2008 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA.
 ARCHIVO : \$(GETVAR:?) \$(GETVAR:?) \$(GETVAR:?) \$(GETVAR:?)
 USUARIO : \$(GETVAR:?)



PLANTA
PROGRESIVA 0+920 A 1+150
ESC.:1/400



PLANTA
PROGRESIVA 1+150 A 1+380
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

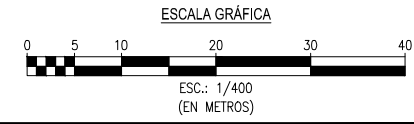
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°3

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-75	108.106	107.106	8310949.524	478507.424
1	BT-76	107.259	106.259	8310943.227	478517.639
1	BT-77	106.721	105.721	8310936.931	478527.855
2	BT-78	106.644	105.444	8310930.635	478538.070
1	BT-79	105.975	104.975	8310924.339	478548.286
1	BT-80	105.677	104.677	8310918.043	478558.502
1	BT-81	105.378	104.378	8310911.747	478568.717
2	BT-82	105.450	104.250	8310905.451	478578.933
1	BT-83	104.782	103.782	8310899.154	478589.148
1	BT-84	104.483	103.483	8310892.858	478599.364
1	BT-85	104.185	103.185	8310886.562	478609.580
2	BT-86	104.256	100.056	8310880.266	478619.795
1	BT-87	103.588	102.588	8310873.970	478630.011
1	BT-88	103.289	102.289	8310867.674	478640.226
1	BT-89	102.394	101.394	8310861.377	478650.442
2	BT-90	103.062	101.862	8310855.081	478660.658
1	BT-91	102.394	101.394	8310848.785	478670.873
1	BT-92	102.096	101.096	8310842.489	478681.089
1	BT-93	101.797	100.797	8310836.193	478691.304
2	BT-94	101.869	100.669	8310829.897	478701.520
1	BT-95	101.200	100.200	8310823.601	478711.736
1	BT-96	100.902	99.902	8310817.304	478721.951
1	BT-97	100.603	99.603	8310811.008	478732.167
2	BT-98	100.675	99.475	8310804.712	478742.382
1	BT-99	100.006	99.006	8310798.416	478752.598
1	BT-100	99.838	98.838	8310792.120	478762.814
1	BT-101	99.410	98.410	8310785.824	478773.029
2	BT-102	99.481	98.281	8310779.527	478783.245
1	BT-103	98.796	97.796	8310773.231	478793.460
1	BT-104	97.836	96.836	8310766.935	478803.676
1	BT-105	96.988	95.988	8310761.164	478813.040
1	BT-106	96.808	95.808	8310754.868	478823.256
2	BT-107	96.998	95.798	8310748.571	478833.472
1	BT-108	96.448	95.448	8310742.275	478843.687
1	BT-109	96.268	95.268	8310735.979	478853.903
1	BT-110	96.088	95.088	8310729.683	478864.118
1	BT-111	95.938	94.938	8310724.436	478874.333
1	BT-112	95.698	94.698	8310716.440	478884.547

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONFIENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-TIS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.
- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1125 / 610-05-1126
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

NOTA:
PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1021



NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
STD-01-001	NOTAS GENERALES
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. UZANA	31-03-15	
GTE. PROJ.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROJ. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1023 ESCALA: INDICADA

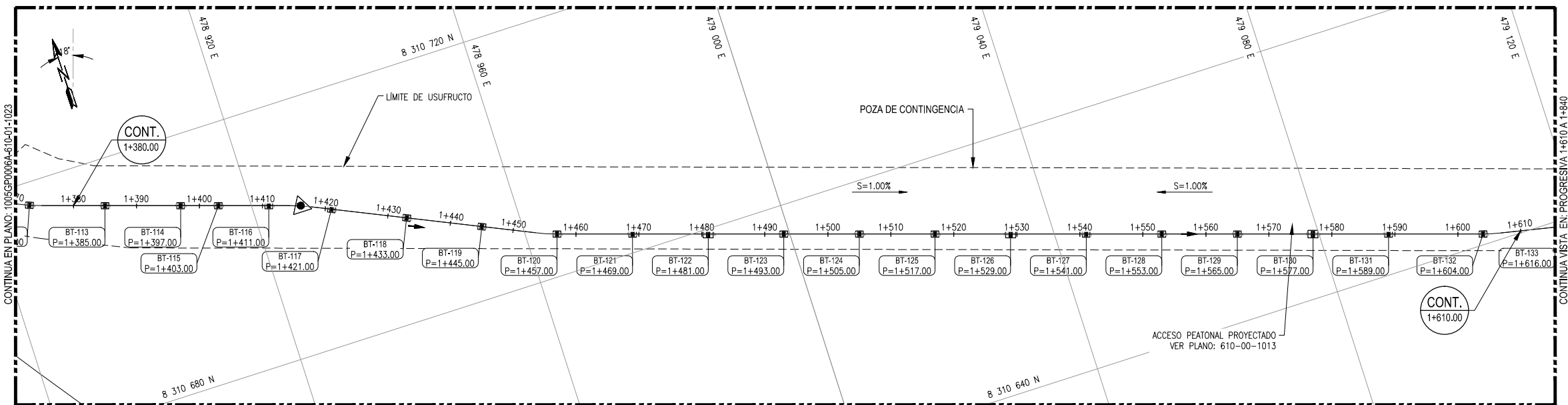
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

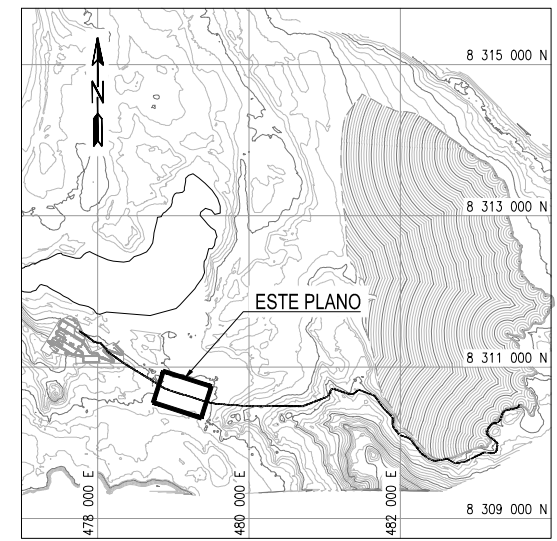
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 0+920 AL Km 1+380

COD. PROJ. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1

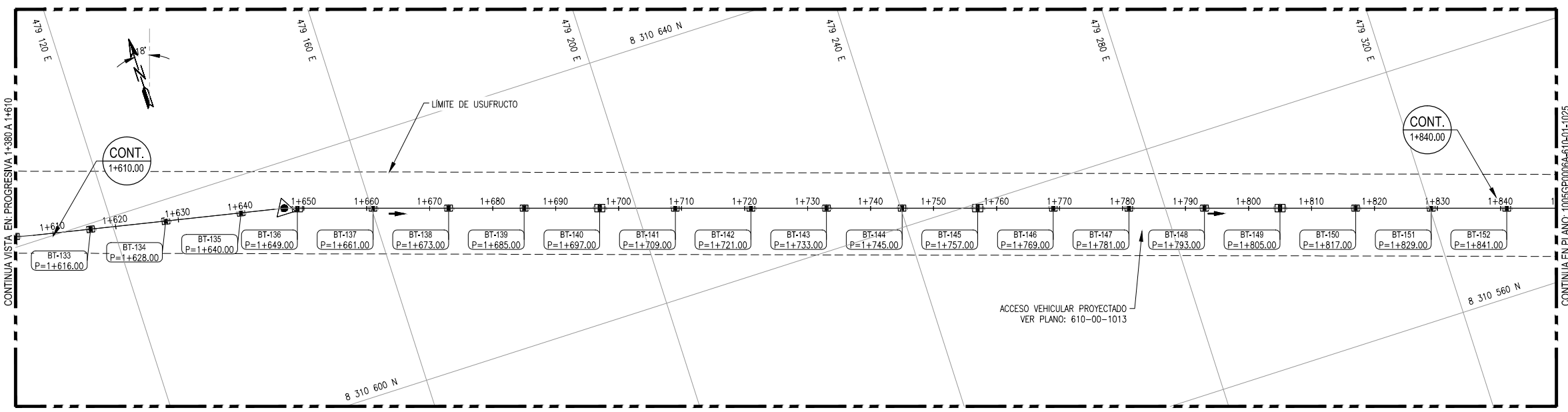
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE NIVEL 2002 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA.



PLANTA
PROGRESIVA 1+380 A 1+610
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000



PLANTA
PROGRESIVA 1+610 A 1+840
ESC.:1/400

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

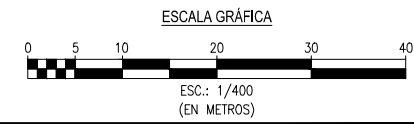
RECUBRIMIENTO

- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°4

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-113	95.518	94.518	8310712.715	478897.873
1	BT-114	95.338	94.338	8310709.051	478909.300
1	BT-115	95.316	94.316	8310707.219	478915.013
1	BT-116	95.316	94.316	8310704.776	478922.631
1	BT-117	95.316	94.316	8310701.192	478931.953
1	BT-118	95.316	94.316	8310696.240	478942.884
1	BT-119	95.316	94.316	8310691.289	478953.815
1	BT-120	95.316	94.316	8310686.524	478964.821
1	BT-121	95.316	94.316	8310682.860	478976.248
2	BT-122	95.686	94.486	8310679.196	478987.675
1	BT-123	95.316	94.316	8310675.532	478999.102
1	BT-124	95.316	94.316	8310671.868	479010.529
1	BT-125	95.316	94.316	8310668.205	479021.956
2	BT-126	95.686	94.486	8310664.541	479033.383
1	BT-127	95.316	94.316	8310660.877	479044.810
1	BT-128	95.316	94.316	8310657.213	479056.237
1	BT-129	95.316	94.316	8310653.550	479067.665
2	BT-130	95.686	94.486	8310649.886	479079.091
1	BT-131	95.316	94.316	8310646.222	479090.518
1	BT-132	95.316	94.316	8310641.645	479104.803
1	BT-133	95.316	94.316	8310639.102	479116.527
1	BT-134	95.316	94.316	8310636.694	479128.283
1	BT-135	95.316	94.316	8310634.286	479140.039
2	BT-136	95.686	94.486	8310632.261	479148.801
1	BT-137	95.316	94.316	8310628.597	479160.229
1	BT-138	95.429	94.429	8310624.933	479171.656
1	BT-139	95.609	94.609	8310621.269	479183.082
2	BT-140	96.138	94.938	8310617.606	479194.510
1	BT-141	95.968	94.968	8310613.942	479205.937
1	BT-142	96.148	95.148	8310610.278	479217.364
1	BT-143	96.328	95.328	8310606.614	479228.791
1	BT-144	96.508	95.508	8310602.951	479240.218
2	BT-145	97.058	95.858	8310599.287	479251.645
1	BT-146	96.867	95.867	8310595.623	479263.072
1	BT-147	97.047	96.047	8310591.959	479274.499
1	BT-148	97.227	96.227	8310588.296	479285.926
2	BT-149	97.777	96.577	8310584.632	479297.353
1	BT-150	97.587	96.587	8310580.968	479308.780
1	BT-151	97.767	96.767	8310577.304	479320.207

NOTA:
PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1021



- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM MGS BA.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRAS.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.
- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1127 / 610-05-1128
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
STD-01-001	NOTAS GENERALES
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROJ.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROJ. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1024 ESCALA: INDICADA

MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

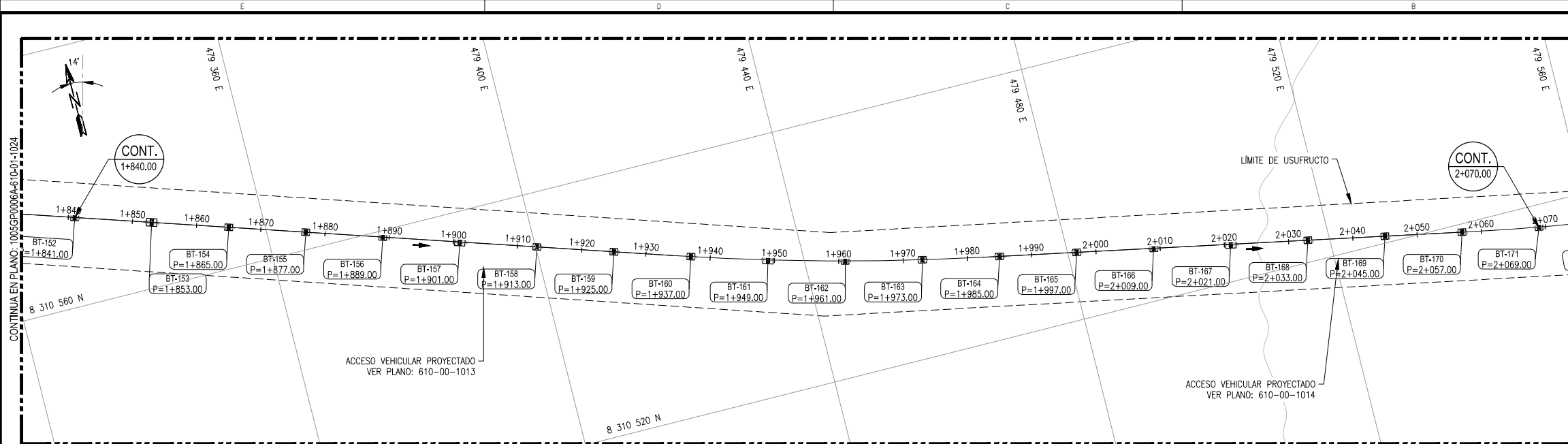
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 1+380 AL Km 1+840

COD. PROJ. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1

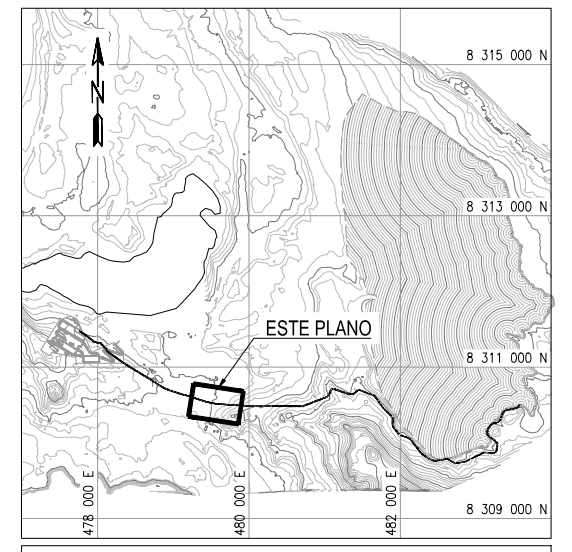
USUARIO : (GETVAR??)

ARCHIVO : (GETVAR??) (GETVAR??)

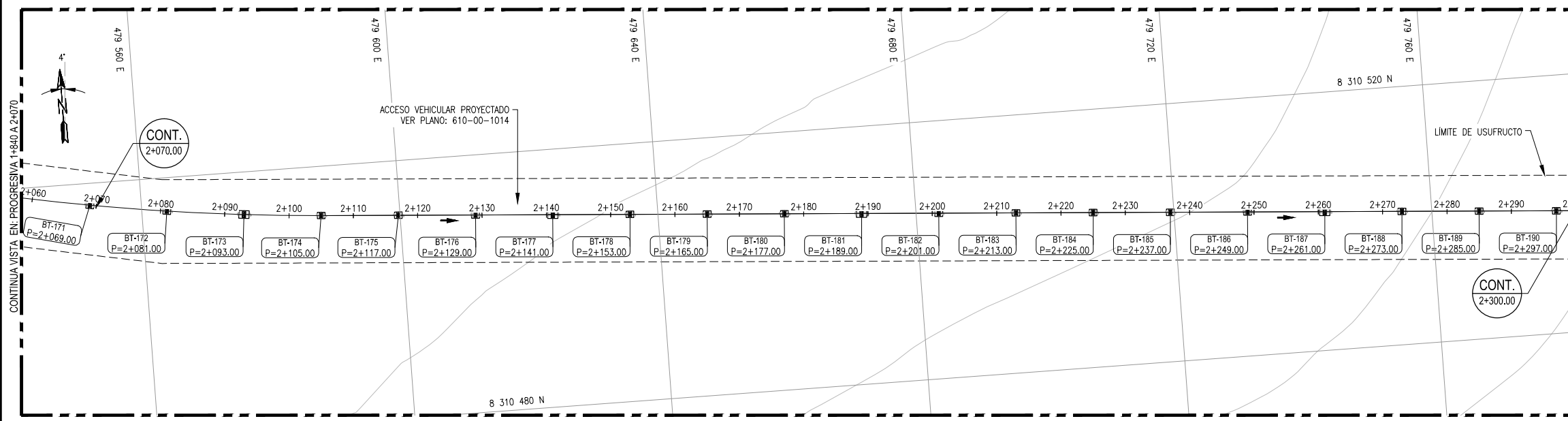
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84. CUALQUIER MODIFICACIÓN DE ESTE INFORME DEBE SER REALIZADA POR EL INGENIERO RESPONSABLE DEL DISEÑO.



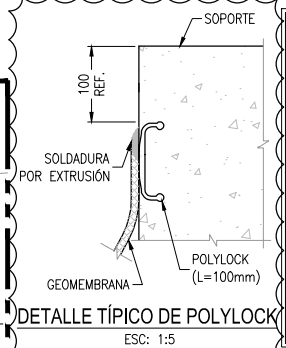
PLANTA
PROGRESIVA 1+840 A 2+070
ESC.: 1/400



PLANO LLAVE
ESC.: 1/50 000



PLANTA
PROGRESIVA 2+070 A 2+300
ESC.: 1/400



DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK
ESC.: 1:5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS ASTM A615 Gr.60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

ESTUDIO DE SUELOS

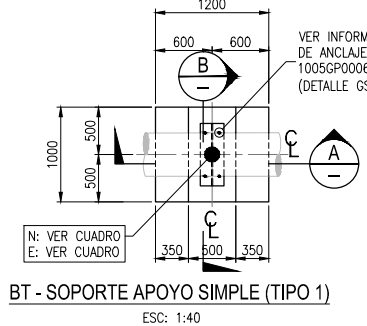
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

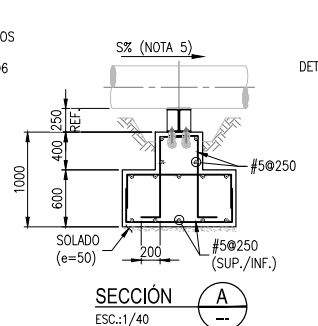
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°5

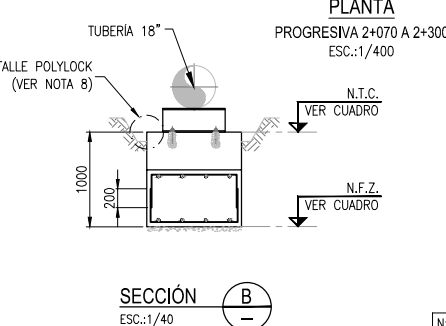
TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-152	97.947	96.947	8310573.640	479331.634
2	BT-153	98.508	97.308	8310569.977	479343.061
1	BT-154	98.328	97.328	8310566.313	479354.488
1	BT-155	98.518	97.518	8310562.649	479365.915
1	BT-156	98.709	97.709	8310558.985	479377.342
2	BT-157	99.269	98.069	8310555.322	479388.769
1	BT-158	99.090	98.090	8310551.658	479400.196
1	BT-159	99.280	98.280	8310547.994	479411.623
1	BT-160	99.470	98.470	8310544.340	479423.053
2	BT-161	100.031	98.831	8310540.920	479434.555
1	BT-162	99.851	98.851	8310537.832	479446.150
1	BT-163	100.042	99.042	8310535.078	479457.830
1	BT-164	100.232	99.232	8310532.654	479469.582
1	BT-165	100.422	99.422	8310530.335	479481.356
1	BT-166	100.613	99.613	8310528.015	479493.129
2	BT-167	101.173	99.973	8310525.696	479504.903
1	BT-168	100.997	99.997	8310523.377	479516.677
1	BT-169	101.522	100.522	8310521.058	479528.450
1	BT-170	102.047	101.047	8310518.738	479540.225
1	BT-171	102.573	101.573	8310516.588	479552.030
1	BT-172	103.098	102.098	8310514.406	479563.896
2A	BT-173	103.993	102.793	8310513.395	479575.812
1	BT-174	104.148	103.148	8310512.356	479587.767
1	BT-175	104.687	103.687	8310511.519	479599.738
1	BT-176	105.252	104.252	8310510.683	479611.708
2	BT-177	106.188	104.988	8310509.847	479623.679
1	BT-178	106.383	105.383	8310509.012	479635.651
1	BT-179	106.949	105.949	8310508.176	479647.621
1	BT-180	107.515	106.515	8310507.339	479659.592
2	BT-181	108.540	107.250	8310506.504	479671.563
1	BT-182	108.646	107.646	8310505.667	479683.533
1	BT-183	109.227	108.227	8310504.832	479695.504
1	BT-184	110.449	109.449	8310503.996	479707.475
1	BT-185	111.672	110.672	8310503.159	479719.446
1	BT-186	112.894	111.894	8310502.324	479731.417
2	BT-187	114.486	113.286	8310501.488	479743.388
1	BT-188	115.339	114.339	8310500.652	479755.359
1	BT-189	116.561	115.561	8310499.816	479767.330
1	BT-190	117.784	116.784	8310498.980	479779.300



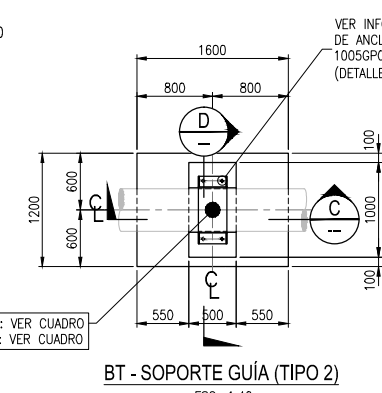
BT - SOPORTE APOYO SIMPLE (TIPO 1)
ESC.: 1/40



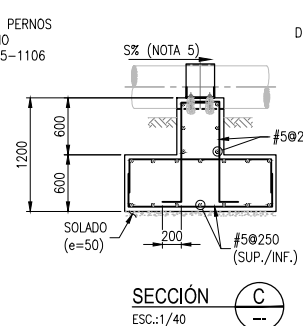
SECCIÓN A
ESC.: 1/40



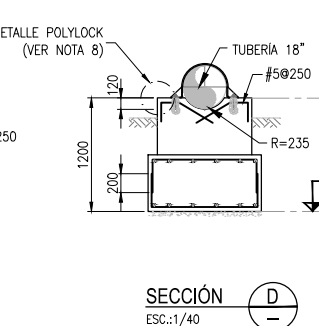
SECCIÓN B
ESC.: 1/40



BT - SOPORTE GUÍA (TIPO 2)
ESC.: 1/40



SECCIÓN C
ESC.: 1/40



SECCIÓN D
ESC.: 1/40

NOTA:
PARA BT TIPO 2A
VER PLANO 610-01-1037

LEYENDA:
N.T.C. NIVEL TOPE DE CONCRETO
N.F.Z. NIVEL FONDO DE ZAPATA



- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL PLANTADO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTIGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-TIS-MSP-D-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-D-004.

NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
STD-01-001	NOTAS GENERALES
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE REMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. UZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROY. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1025 ESCALA: INDICADA

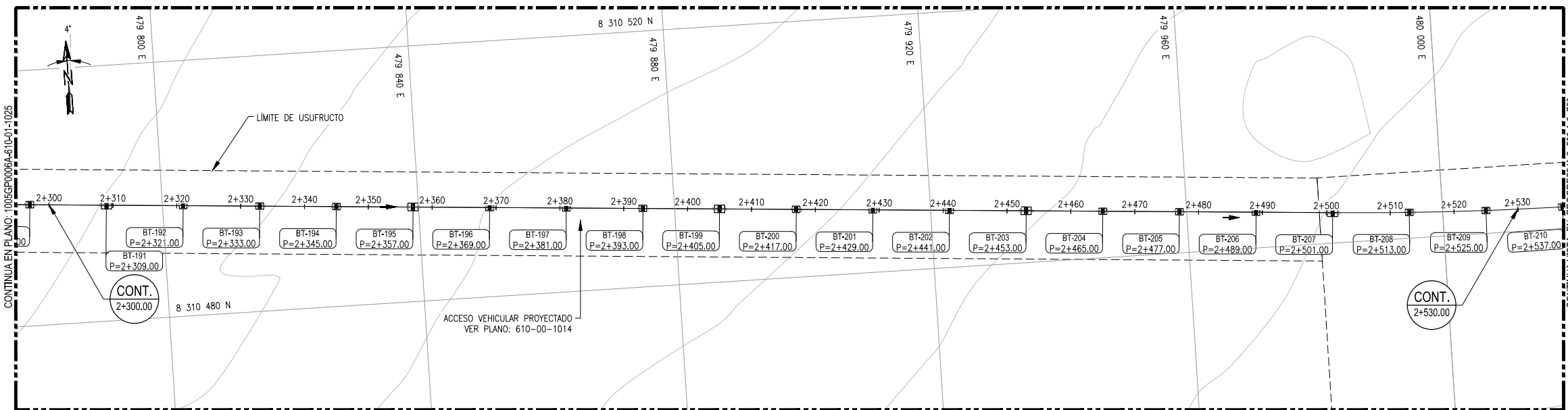
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

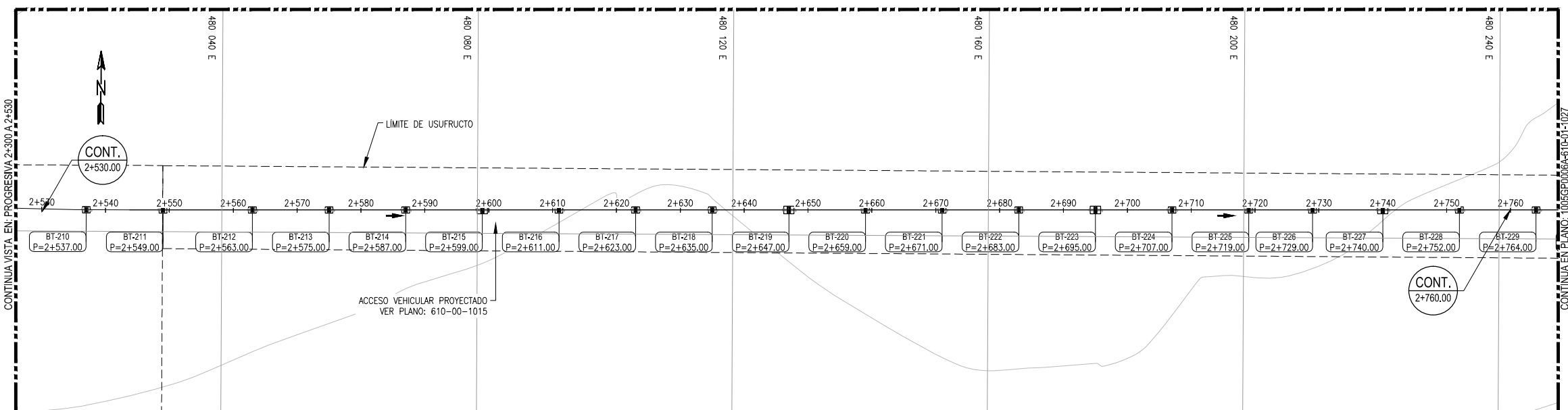
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 1+840 AL Km 2+300

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV. 1

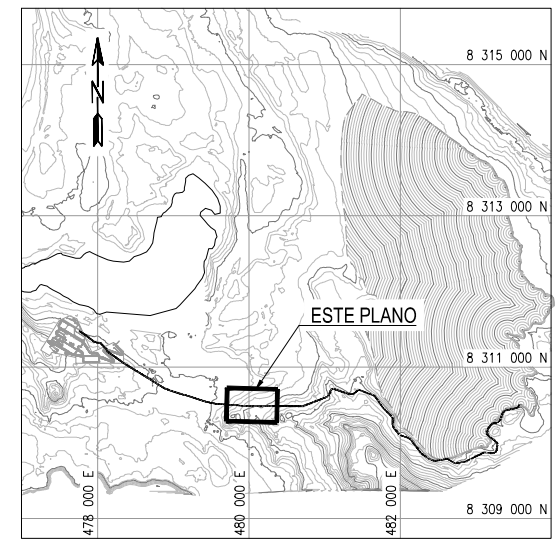
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE NIVEL 2007 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA.
 USUARIO: (GETVAR??) ARCHIVO: (GETVAR??) (GETVAR??) (GETVAR??)



PLANTA
PROGRESIVA 2+300 A 2+530
ESC.: 1/400



PLANTA
PROGRESIVA 2+530 A 2+760
ESC.: 1/400



PLANO LLAVE
ESC.: 1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

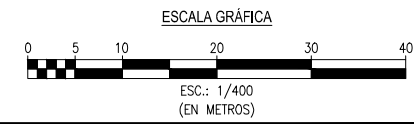
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°6

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
2	BT-191	119.387	118.187	8310498.144	479791.271
1	BT-192	120.254	119.254	8310497.308	479803.242
1	BT-193	121.492	120.492	8310496.472	479815.213
1	BT-194	122.729	121.729	8310495.636	479827.184
2	BT-195	124.336	123.136	8310494.800	479839.155
1	BT-196	125.203	124.203	8310493.964	479851.125
1	BT-197	126.441	125.441	8310493.128	479863.096
1	BT-198	127.578	126.578	8310492.292	479875.067
2	BT-199	129.285	128.085	8310491.456	479887.038
1	BT-200	130.152	129.152	8310490.621	479899.008
1	BT-201	131.389	130.389	8310489.785	479910.980
1	BT-202	132.627	131.627	8310488.949	479922.951
2	BT-203	134.234	133.034	8310488.113	479934.921
1	BT-204	135.101	134.101	8310487.277	479946.892
1	BT-205	136.338	135.338	8310486.441	479958.863
1	BT-206	137.576	136.576	8310485.605	479970.834
2	BT-207	139.183	137.983	8310484.769	479982.805
1	BT-208	140.050	139.050	8310484.049	479994.783
1	BT-209	141.287	140.287	8310483.583	480006.774
1	BT-210	142.473	141.473	8310483.374	480018.772
1	BT-211	143.622	142.622	8310483.396	480030.771
1	BT-212	144.612	143.612	8310483.470	480044.771
1	BT-213	145.291	144.291	8310483.533	480056.771
1	BT-214	145.776	144.776	8310483.596	480068.771
2	BT-215	146.491	145.291	8310483.659	480080.771
1	BT-216	146.466	145.466	8310483.722	480092.771
1	BT-217	146.811	145.811	8310483.785	480104.770
1	BT-218	147.156	146.156	8310483.848	480116.770
2	BT-219	147.871	146.671	8310483.911	480128.770
1	BT-220	147.847	146.847	8310483.975	480140.770
1	BT-221	148.192	147.192	8310484.038	480152.770
1	BT-222	148.537	147.537	8310484.101	480164.770
2	BT-223	149.252	148.052	8310484.164	480176.769
1	BT-224	149.227	148.227	8310484.227	480188.769
1	BT-225	149.572	148.572	8310484.290	480200.768
1	BT-226	149.968	148.968	8310484.343	480210.769
2	BT-227	151.038	149.838	8310484.401	480221.769
1	BT-228	151.640	150.640	8310484.464	480233.769

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUBIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-D-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-D-004.
- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1131 / 610-05-1132
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

NOTA:
PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1021



NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
STD-01-001	NOTAS GENERALES
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROY. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1026 ESCALA: INDICADA

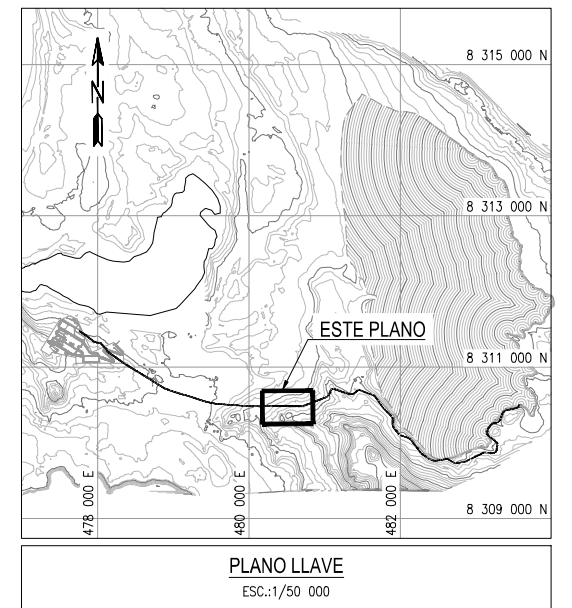
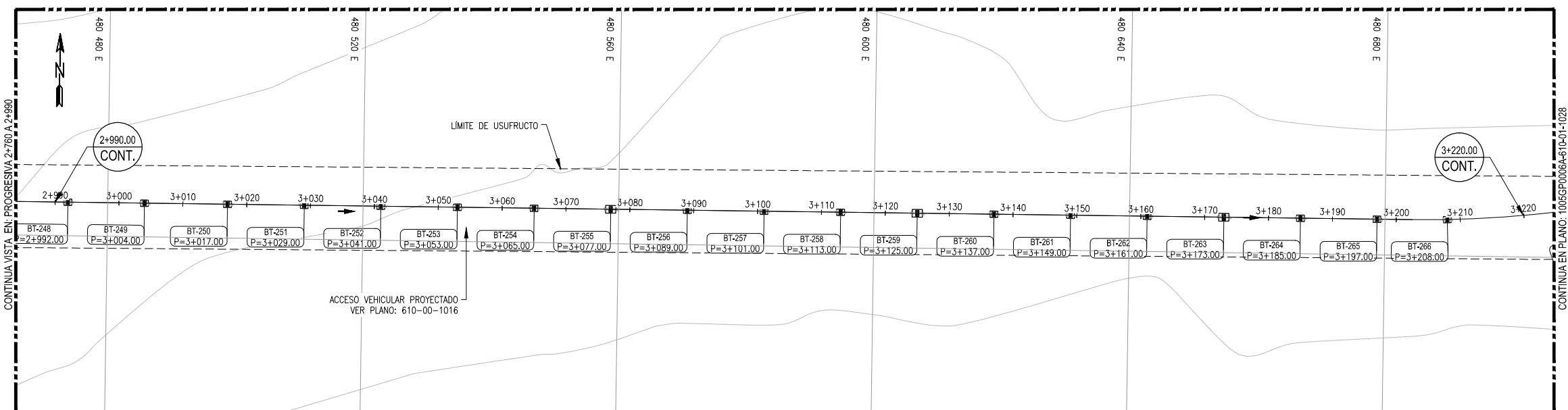
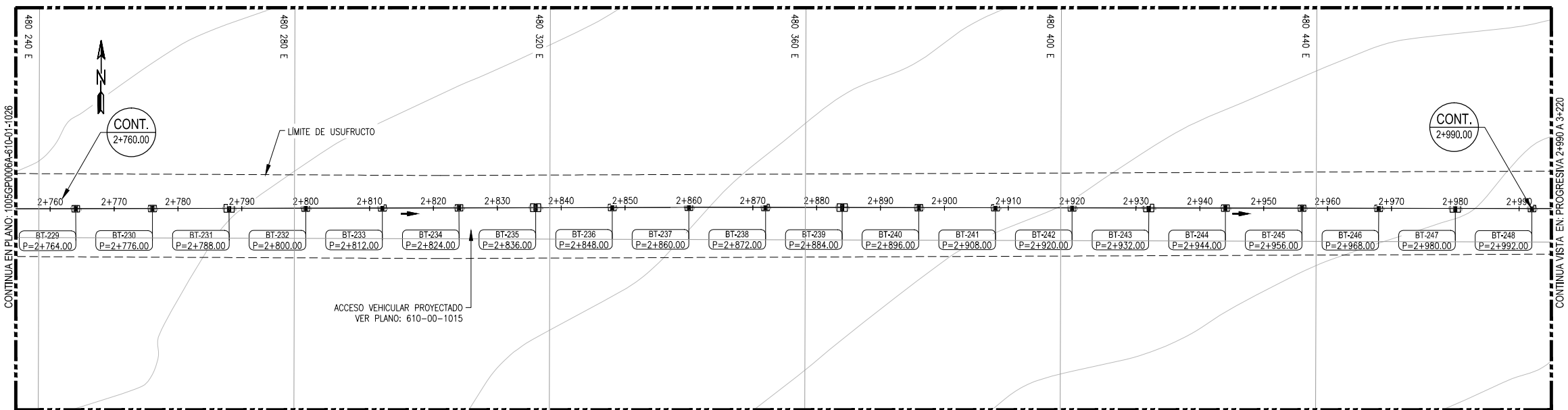
MINERA SHOUBIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 2+300 AL Km 2+760

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1

ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001:2008 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA.
 USUARIO: (GETVAR??) ARCHIVO: (GETVAR??) (GETVAR??) (GETVAR??)



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

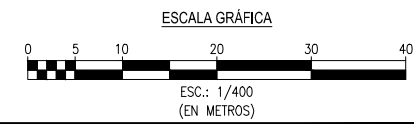
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°7

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-229	152.673	151.673	8310484.527	480245.768
1	BT-230	153.685	152.685	8310484.590	480257.768
2	BT-231	155.103	153.903	8310484.653	480269.768
1	BT-232	155.781	154.781	8310484.716	480281.768
1	BT-233	156.829	155.829	8310484.779	480293.768
1	BT-234	157.877	156.877	8310484.842	480305.768
2	BT-235	159.295	158.095	8310484.906	480317.767
1	BT-236	159.973	158.973	8310484.969	480329.767
1	BT-237	161.021	160.021	8310485.025	480341.767
1	BT-238	162.069	161.069	8310485.042	480353.767
2	BT-239	163.487	162.287	8310485.062	480365.767
1	BT-240	164.165	163.165	8310485.084	480377.767
1	BT-241	165.213	164.213	8310485.103	480389.767
1	BT-242	166.261	165.261	8310485.123	480401.767
2	BT-243	167.679	166.479	8310485.142	480413.768
1	BT-244	168.357	167.357	8310485.161	480425.767
1	BT-245	169.405	168.405	8310485.183	480437.767
1	BT-246	170.453	169.453	8310485.200	480449.767
2	BT-247	171.872	170.672	8310485.220	480461.767
1	BT-248	172.550	171.550	8310485.239	480473.767
1	BT-249	173.598	172.598	8310485.259	480485.767
1	BT-250	174.504	173.504	8310485.280	480498.767
1	BT-251	174.704	173.704	8310485.300	480510.767
1	BT-252	174.904	173.904	8310485.319	480522.767
1	BT-253	175.104	174.104	8310485.338	480534.767
1	BT-254	175.304	174.304	8310485.358	480546.767
2	BT-255	175.874	174.674	8310485.378	480558.767
1	BT-256	175.704	174.704	8310485.397	480570.767
1	BT-257	175.904	174.904	8310485.416	480582.767
1	BT-258	176.104	175.104	8310485.436	480594.767
2	BT-259	176.674	175.474	8310485.455	480606.767
1	BT-260	176.504	175.504	8310485.475	480618.767
1	BT-261	176.704	175.704	8310485.494	480630.767
1	BT-262	176.904	175.904	8310485.514	480642.767
2	BT-263	177.474	176.274	8310485.533	480654.767
1	BT-264	177.304	176.304	8310485.553	480666.767
1	BT-265	177.504	176.504	8310485.572	480678.767
1	BT-266	177.688	176.688	8310485.680	480689.766

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.
- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1133 / 610-05-1134
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

NOTA:
PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1021



NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16
STD-01-001	NOTAS GENERALES
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTA PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. UZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNILY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROY. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1027 ESCALA: INDICADA

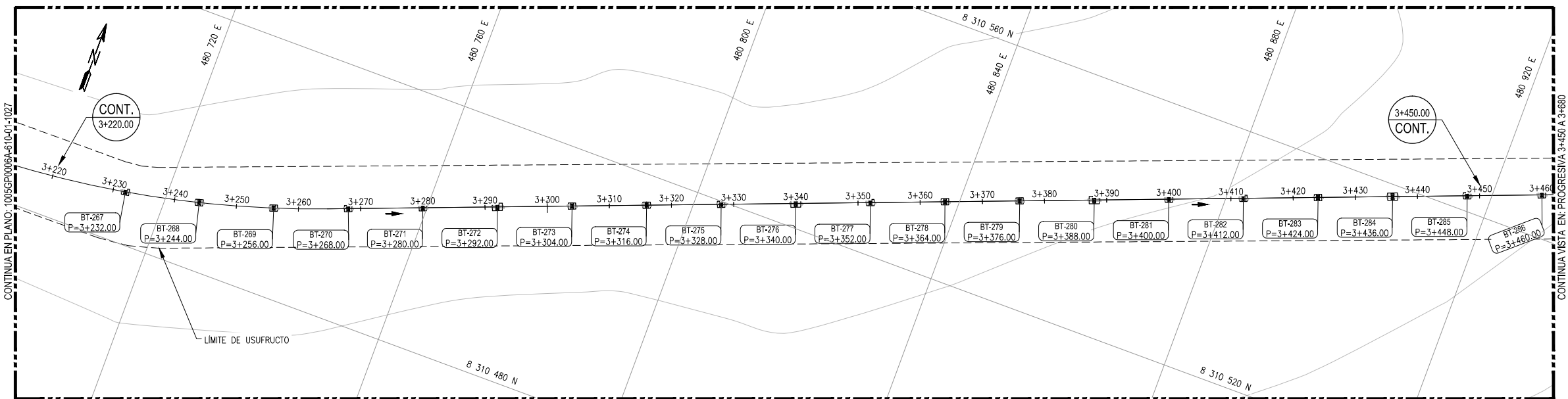
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

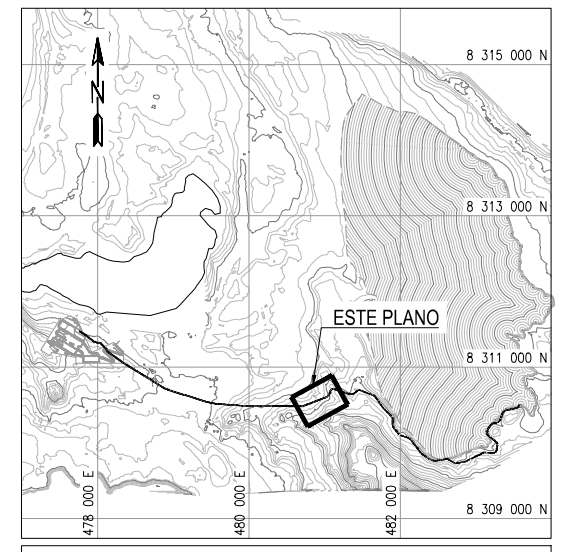
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 2+760 AL Km 3+220

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1

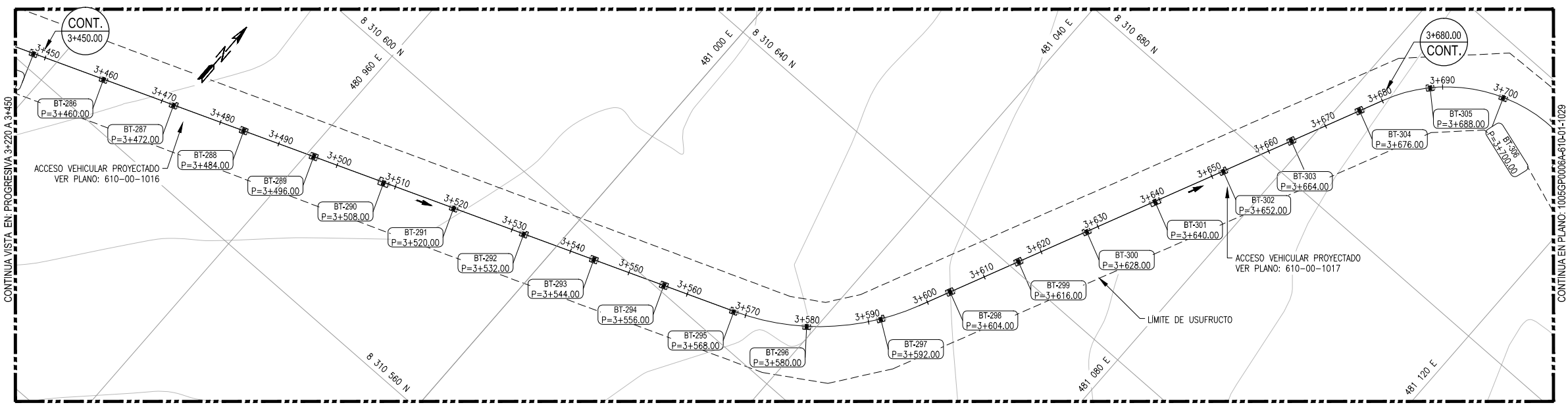
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84. CALIDAD ISO 9001:2008 CERTIFICADO PARA CONSULTORIA EN INGENIERIA.



PLANTA
PROGRESIVA 3+220 A 3+450
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000



PLANTA
PROGRESIVA 3+450 A 3+680
ESC.:1/400

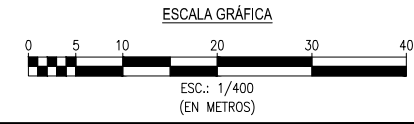
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

- CONCRETO**
- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE REFUERZO**
- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 - ASTM A615 Gr.60
- ESTUDIO DE SUELOS**
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
 - ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)
- RECUBRIMIENTO**
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
 - EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
 - EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°8

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-267	178.088	177.088	8310488.175	480713.616
1	BT-268	178.288	177.288	8310490.669	480725.345
1	BT-269	178.488	177.488	8310493.983	480736.882
1	BT-270	178.688	177.688	8310498.067	480748.164
1	BT-271	178.888	177.888	8310502.357	480759.371
2	BT-272	179.458	178.258	8310506.646	480770.578
1	BT-273	179.288	178.288	8310510.936	480781.785
1	BT-274	179.488	178.488	8310515.226	480792.992
1	BT-275	100.000	100.000	8310519.516	480804.199
2	BT-276	180.258	179.058	8310523.806	480815.406
1	BT-277	180.088	179.088	8310528.095	480826.613
1	BT-278	180.288	179.288	8310532.385	480837.820
1	BT-279	180.488	179.488	8310536.675	480849.027
2	BT-280	181.253	180.053	8310540.965	480860.234
1	BT-281	181.510	180.510	8310545.254	480871.441
1	BT-282	182.253	181.253	8310549.544	480882.648
1	BT-283	183.428	182.428	8310553.834	480893.855
2	BT-284	184.972	183.772	8310558.124	480905.062
1	BT-285	185.777	184.777	8310562.414	480916.270
1	BT-286	186.951	185.951	8310566.703	480927.477
1	BT-287	188.125	187.125	8310570.993	480938.684
1	BT-288	189.300	188.300	8310575.283	480949.891
1	BT-289	190.474	189.474	8310579.573	480961.098
2	BT-290	192.019	190.819	8310583.863	480972.305
1	BT-291	192.823	191.823	8310588.152	480983.512
1	BT-292	193.997	192.997	8310592.442	480994.719
1	BT-293	195.172	194.172	8310596.732	481005.926
1	BT-294	196.346	195.346	8310601.022	481017.133
1	BT-295	197.521	196.521	8310605.312	481028.340
1	BT-296	198.695	197.695	8310611.187	481039.547
1	BT-297	199.869	198.869	8310619.895	481046.941
1	BT-298	201.044	200.044	8310630.506	481052.507
1	BT-299	202.218	201.218	8310641.376	481057.591
1	BT-300	203.392	202.392	8310652.246	481062.674
2	BT-301	204.937	203.737	8310663.116	481067.757
1	BT-302	205.741	204.741	8310673.986	481072.841
1	BT-303	206.916	205.916	8310684.856	481077.924
1	BT-304	208.090	207.090	8310695.726	481083.008

NOTA:
PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1021



- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILIMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-TS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1135 / 610-05-1136
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) SEGÚN SE INDICA EN LOS PLANOS DE GEOTECNIA.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16								
STD-01-001	NOTAS GENERALES	1	25-05-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO	0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO	B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA	A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROY. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1028 ESCALA: INDICADA

MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

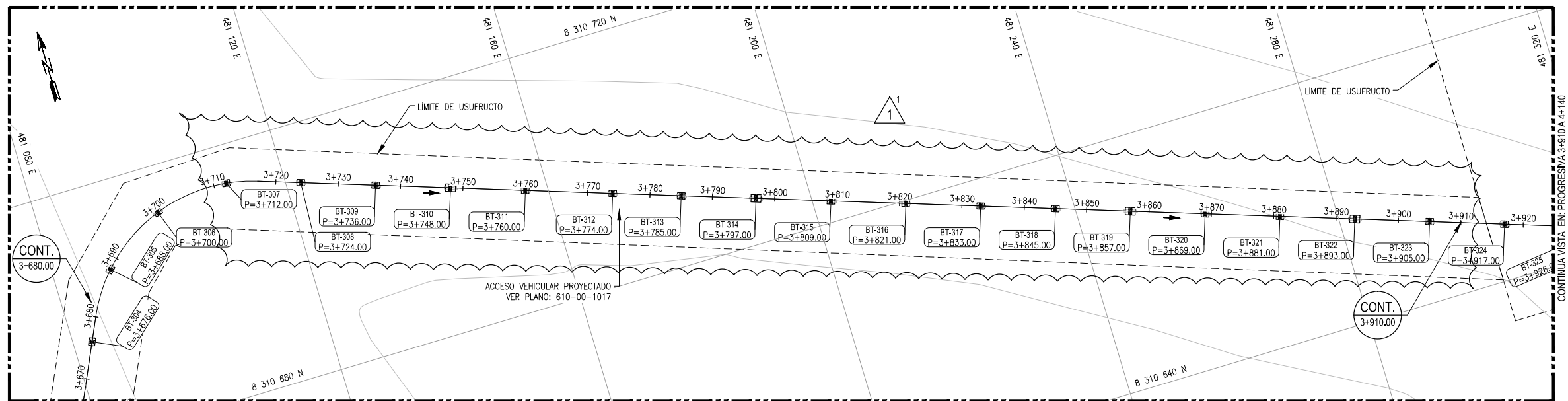
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 3+220 AL Km 3+680

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV. 1

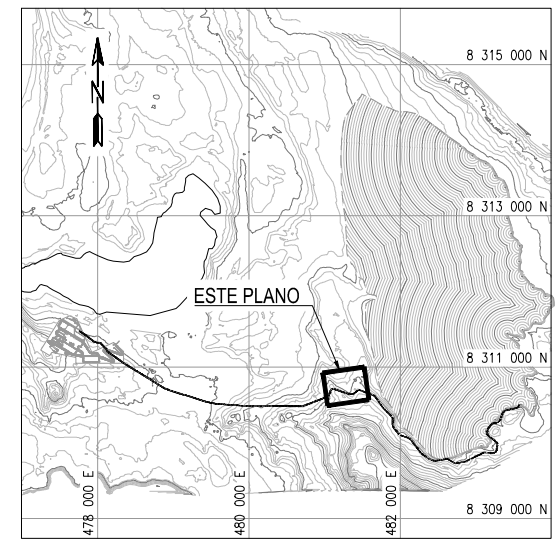
ARCHIVO : \$(GETVAR.??) \$(GETVAR.??)

USUARIO : \$(GETVAR.??)

ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE NIVEL 2002 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA.
 ARCHIVO : \$(GETVAR??) \$(GETVAR??) \$(GETVAR??) \$(GETVAR??)



PLANTA
 PROGRESIVA 3+680 A 3+910
 ESC.:1/400



PLANO LLAVE
 ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

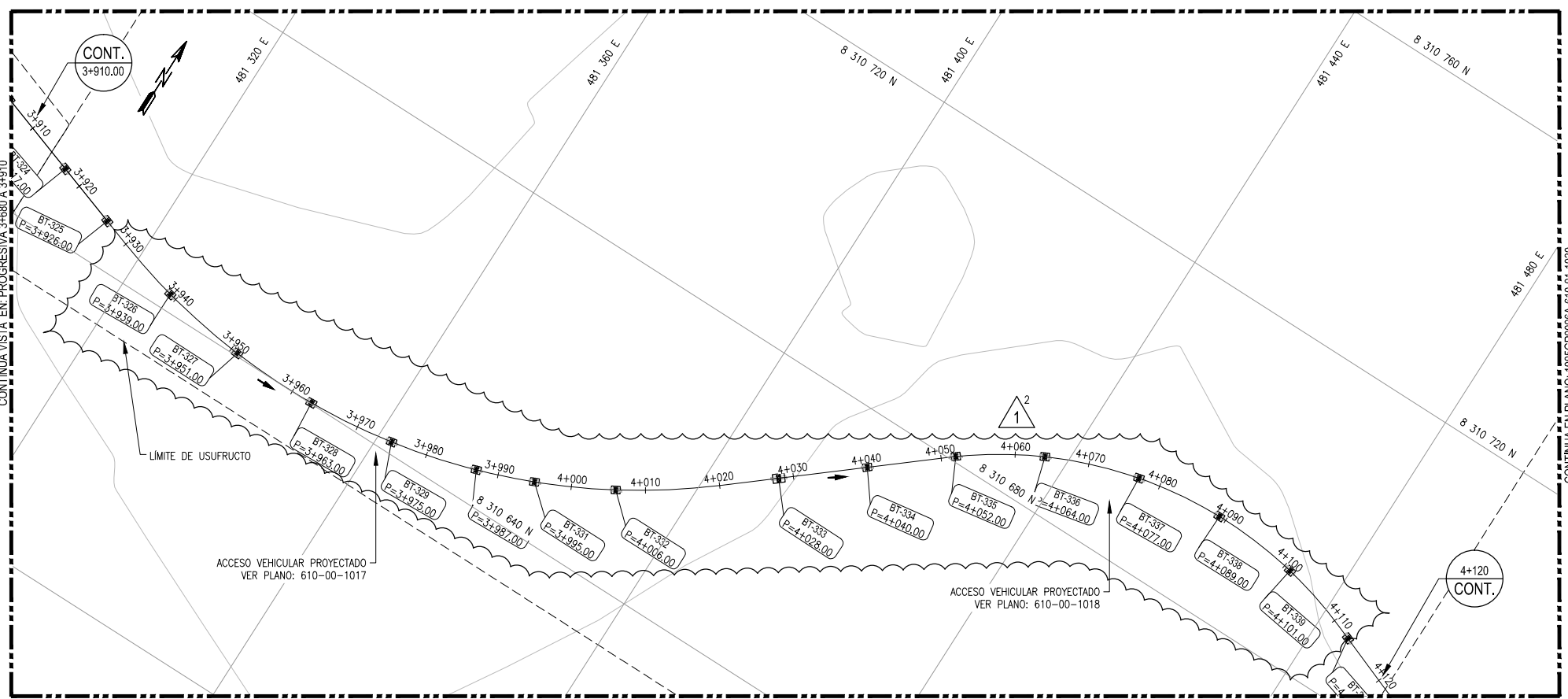
- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm



PLANTA
 PROGRESIVA 3+910 A 4+120
 ESC.:1/400

CUADRO N°9

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-305	209.264	208.264	8310705.973	481089.130
1	BT-306	210.439	208.439	8310712.551	481099.231
1	BT-307	211.587	210.587	8310713.880	481110.845
1	BT-308	212.518	211.518	8310710.533	481122.344
1	BT-309	213.064	212.064	8310706.696	481133.714
2	BT-310	213.463	212.263	8310702.858	481145.084
1	BT-311	212.993	211.993	8310699.020	481156.454
1	BT-312	212.426	211.426	8310694.542	481169.718
1	BT-313	211.980	210.980	8310691.024	481180.140
2	BT-314	211.863	210.663	8310687.186	481191.510
1	BT-315	210.995	209.995	8310683.348	481202.880
1	BT-316	210.492	209.492	8310679.510	481214.250
1	BT-317	209.990	208.990	8310675.673	481225.619
1	BT-318	209.487	208.487	8310671.835	481236.989
2	BT-319	209.355	208.155	8310667.997	481248.359
1	BT-320	208.482	207.482	8310664.159	481259.728
1	BT-321	207.980	206.980	8310660.321	481271.098
2	BT-322	207.870	206.670	8310656.483	481282.468
1	BT-323	206.835	205.835	8310652.645	481293.838
1	BT-324	206.562	205.562	8310648.807	481305.207
1	BT-325	206.243	205.243	8310645.929	481313.735
1	BT-326	205.836	204.836	8310642.220	481326.185
1	BT-327	205.453	204.453	8310640.366	481338.033
1	BT-328	205.070	204.070	8310640.127	481350.022
1	BT-329	204.706	203.706	8310641.507	481361.933
1	BT-330	204.526	203.526	8310644.481	481373.551
1	BT-331	204.212	203.212	8310647.323	481381.025
1	BT-332	203.970	202.970	8310652.305	481390.824
2	BT-333	203.917	202.717	8310665.429	481408.442
1	BT-334	203.315	202.315	8310673.077	481417.689
1	BT-335	203.086	202.086	8310680.715	481426.944
1	BT-336	202.860	201.860	8310687.127	481437.062
1	BT-337	202.626	201.626	8310691.514	481449.273
1	BT-338	202.410	201.410	8310693.006	481461.153
1	BT-339	202.193	201.193	8310691.975	481473.086



NOTA:
 PARA BT TIPO 1, TIPO 2 Y
 DETALLE DE POLYLOCK
 VER PLANO 610-01-1021

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM MGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-HS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1137 / 610-05-1138
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) COORDINADO CON EL CLIENTE.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16								
STD-01-001	NOTAS GENERALES	1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO	0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO	B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA	A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
 CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LUZANA	31-03-15	
GTE. PROJ.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNILY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROJ. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1029 ESCALA: INDICADA

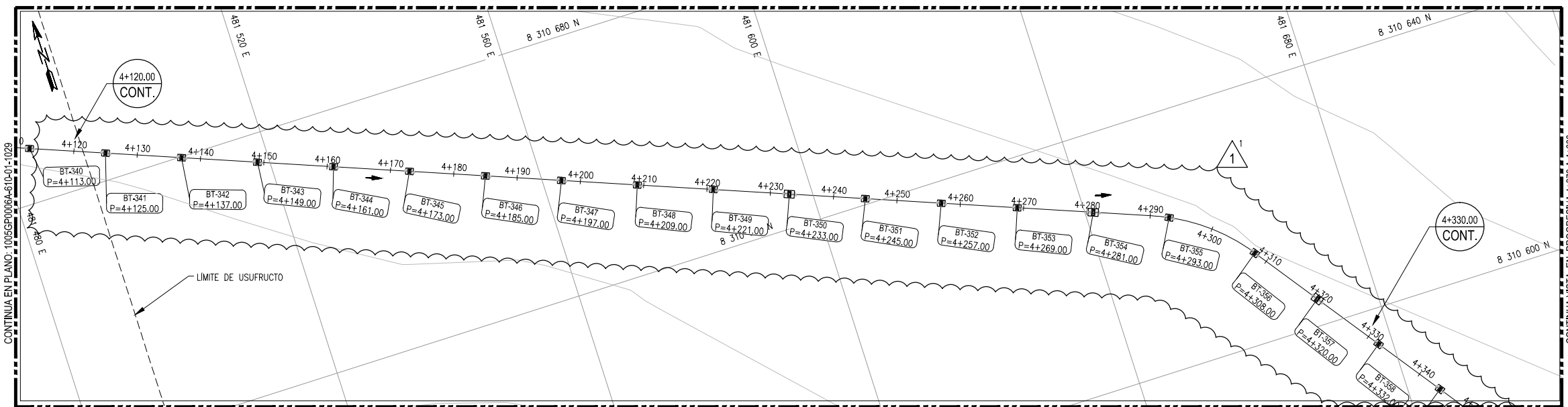
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

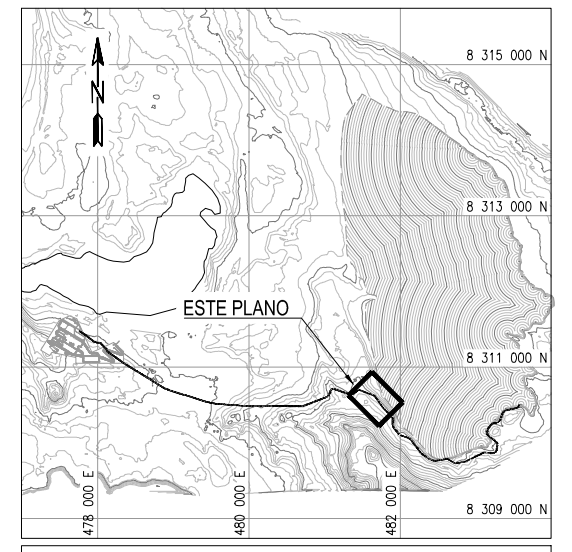
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
 UBICACIÓN DE SOPORTES
 Km 3+680 AL Km 4+120

COD. PROJ. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1

ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE NIVEL 2007 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA EN INGENIERÍA.
 USUARIO : (GETVAR??) ARCHIVO : (GETVAR??) (GETVAR??)



PLANTA
 PROGRESIVA 4+120 A 4+330
 ESC.:1/400



PLANO LLAVE
 ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

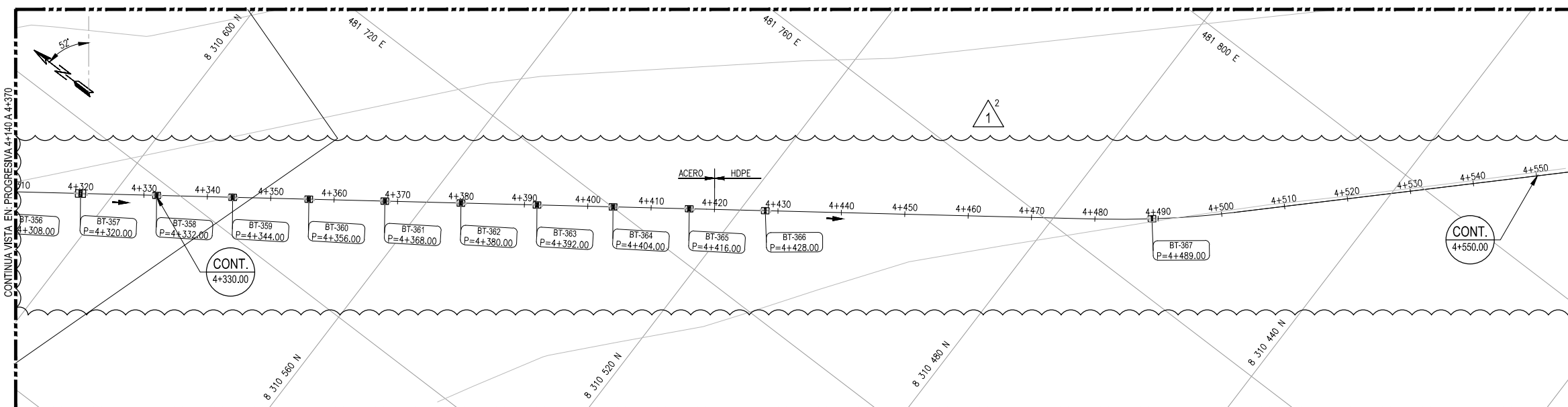
- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

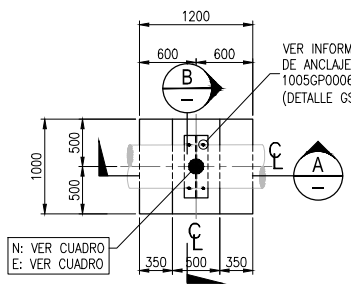
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm



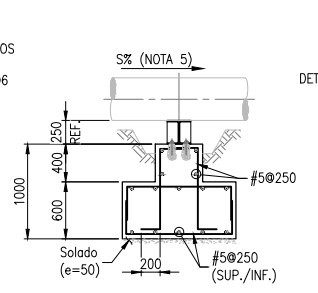
PLANTA
 PROGRESIVA 4+320 A 4+550
 ESC.:1/400

CUADRO N°10

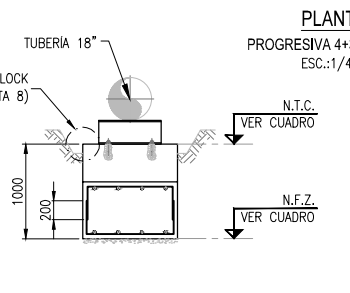
TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
1	BT-340	201.980	200.980	8310688.497	481484.551
1	BT-341	201.761	200.761	8310684.172	481495.744
1	BT-342	201.510	200.510	8310679.846	481506.938
1	BT-343	201.330	200.330	8310675.521	481518.131
1	BT-344	201.113	200.113	8310671.195	481529.324
1	BT-345	200.896	199.896	8310666.870	481540.518
1	BT-346	200.680	199.680	8310662.544	481551.711
1	BT-347	200.464	199.464	8310658.219	481562.904
1	BT-348	200.248	199.248	8310653.893	481574.098
1	BT-349	200.032	199.032	8310649.568	481585.291
2	BT-350	200.186	198.986	8310645.242	481596.484
1	BT-351	199.600	198.600	8310640.917	481607.677
1	BT-352	199.383	198.383	8310636.592	481618.871
1	BT-353	199.114	198.114	8310632.266	481630.064
2	BT-354	199.371	198.171	8310627.941	481641.257
1	BT-355	198.840	197.840	8310623.511	481652.450
1	BT-356	199.106	198.106	8310614.075	481663.575
1	BT-357	200.065	198.865	8310604.177	481674.759
2	BT-358	199.793	198.793	8310594.464	481677.807
1	BT-359	199.848	198.848	8310584.752	481684.855
1	BT-360	201.263	200.263	8310575.040	481691.903
1	BT-361	201.803	200.803	8310565.328	481698.951
1	BT-362	202.302	201.302	8310555.616	481705.999
1	BT-363	202.792	201.792	8310545.904	481713.048
2	BT-364	203.625	202.425	8310536.192	481720.096
1	BT-365	203.662	202.662	8310526.480	481727.144
3	BT-366	204.330	203.530	8310516.768	481734.192
3	BT-367	206.830	206.030	8310467.549	481770.219



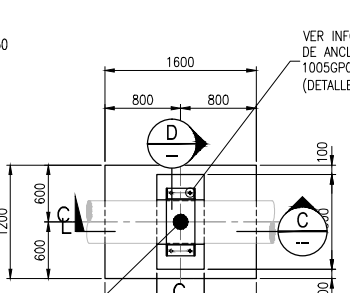
BT - SOPORTE APOYO SIMPLE (TIPO 1)
 ESC.: 1/40



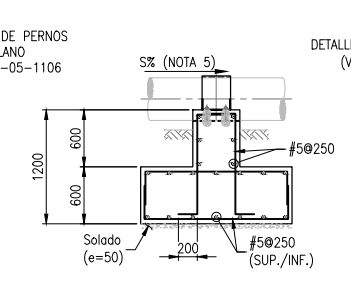
SECCIÓN A-A
 ESC.:1/40



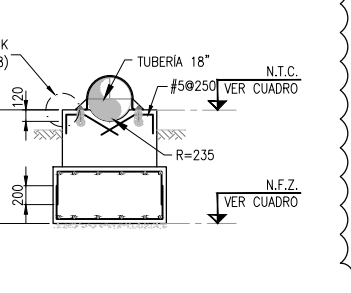
SECCIÓN B-B
 ESC.:1/40



BT - SOPORTE GUÍA (TIPO 2)
 ESC.: 1/40



SECCIÓN C-C
 ESC.:1/40



SECCIÓN D-D
 ESC.:1/40

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

NOTAS GENERALES

N.º	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE REMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N.º	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16									
STD-01-001	NOTAS GENERALES									
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO									
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO									
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA									

CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
 CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROJ.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROJ. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1030 ESCALA: INDICADA

MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
 UBICACIÓN DE SOPORTES
 Km 4+120 AL Km 4+550

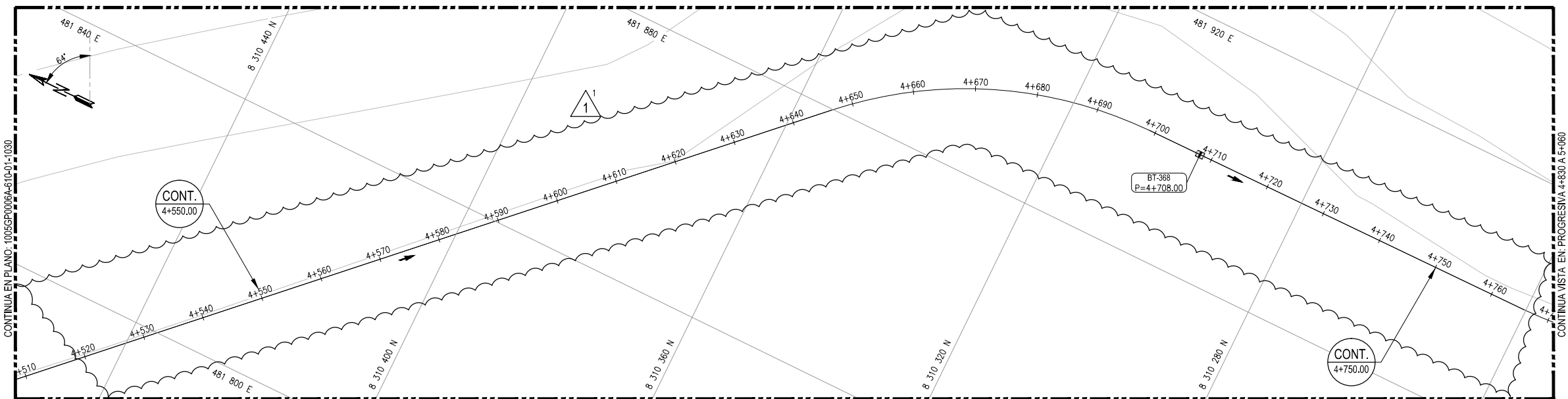
COD. PROJ. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1



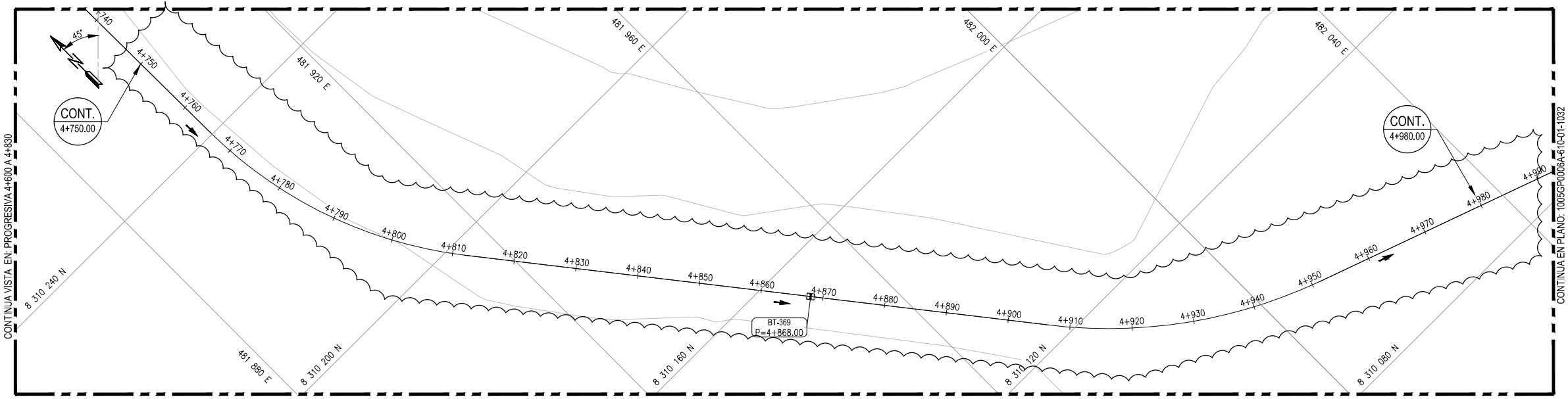
LEYENDA:

N.T.C.	NIVEL TOPE DE CONCRETO
N.F.Z.	NIVEL FONDO DE ZAPATA

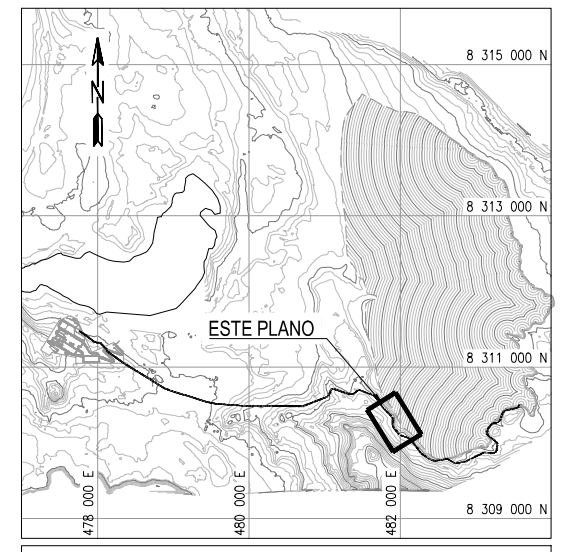
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM DE COSTILLA DE LA CALADRA 050 80072000 CERTIFICADO PARA CONSULTA EN INGENIERIA.
 USUARIO : \$(GETVAR:??) ARCHIVO : \$(GETVAR:??) \$(GETVAR:??) \$(GETVAR:??)



PLANTA
PROGRESIVA 4+550 A 4+750
ESC.:1/400



PLANTA
PROGRESIVA 4+750 A 4+980
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

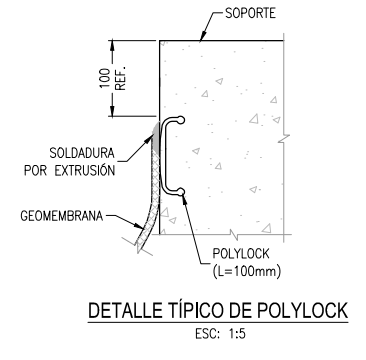
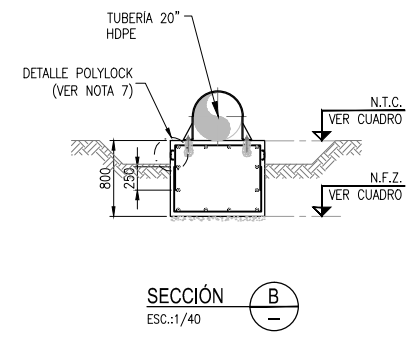
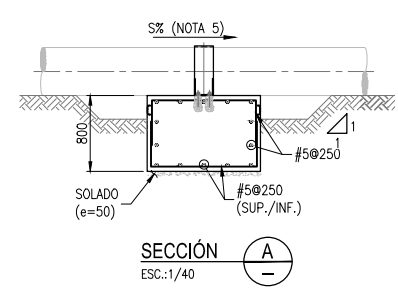
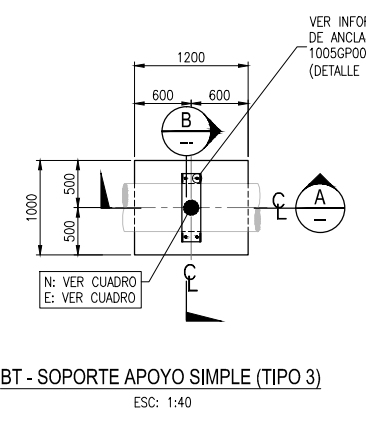
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°11

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
3	BT-368	214.628	213.828	8310298.089	481899.386
3	BT-369	207.180	206.380	8310153.543	481949.632



LEYENDA:

N.T.C.	NIVEL TOPE DE CONCRETO
N.F.Z.	NIVEL FONDO DE ZAPATA



- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM MRS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-HS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.
- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1141 / 610-05-1142
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) COORDINADO CON EL CLIENTE.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

NOTAS GENERALES

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16								
STD-01-001	NOTAS GENERALES	1	25-08-16	RE EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO	0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO	B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA	A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNILY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROY. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1031 ESCALA: INDICADA

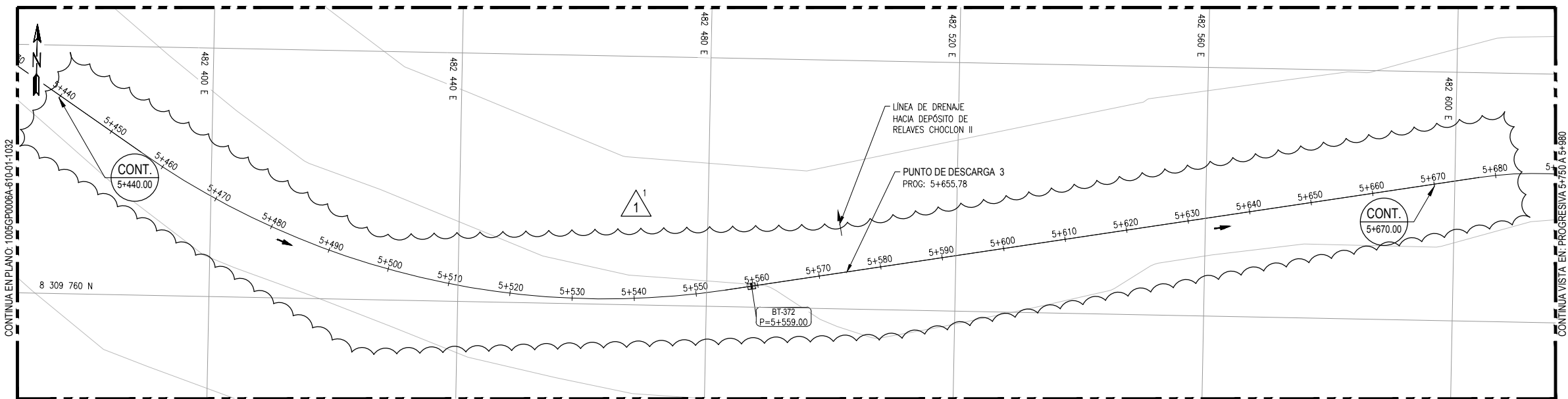
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

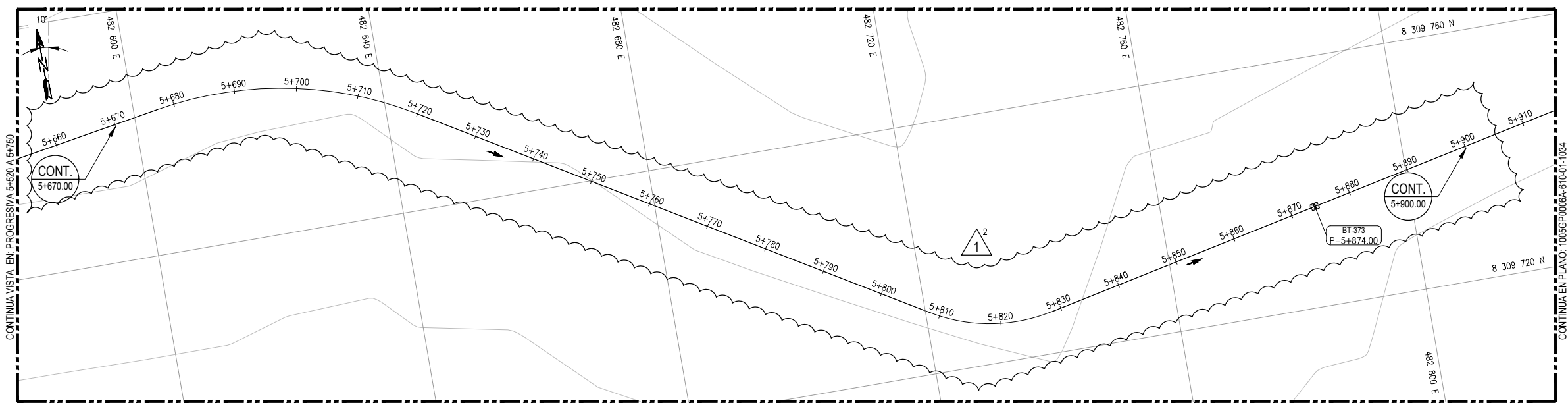
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 4+550 AL Km 4+980

COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV.: 1

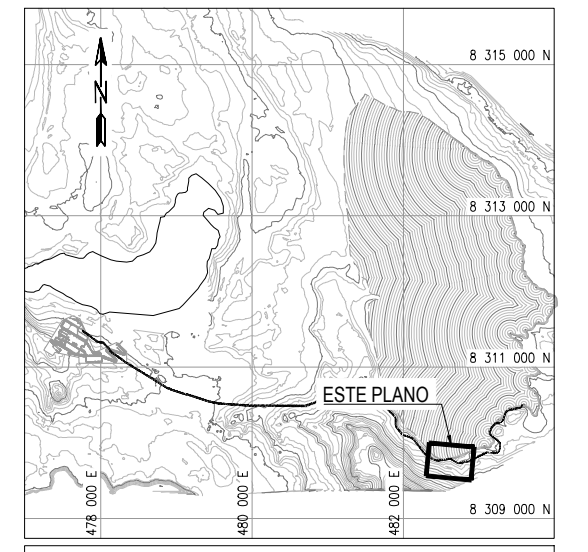
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000 CERTIFICADO PARA CONSULTORÍA DE INGENIERÍA.
 ARCHIVO : S:\CP\4-Proyectos\1005-MINERA_SHOUXIN PERU\0006A-IngDetPlantaRelaves\Ingeniería\Planta\CONCRETO\03BANDEJA_1005GP0006A-610-01-1033_1.dwg
 USUARIO : macconteras



PLANTA
PROGRESIVA 5+440 A 5+670
ESC.:1/400



PLANTA
PROGRESIVA 5+670 A 5+900
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

- CONCRETO**
- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$
- ACERO DE REFUERZO**
- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
ASTM A615 Gr.60
- ESTUDIO DE SUELOS**
- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
 - ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)
- RECUBRIMIENTO**
- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
 - EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
 - EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°13					
TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
3	BT-372	205.914	205.114	8309763.396	482487.227
3	BT-373	199.147	198.347	8309736.107	482784.618

NOTA:
PARA BT TIPO 3 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1031

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-ITS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

NOTAS GENERALES	PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16	
STD-01-001	NOTAS GENERALES	
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO	
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO	
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA	

N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
1	25-08-16	RE REMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL:
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

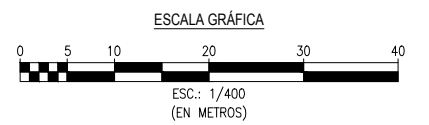
BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROY.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNUY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

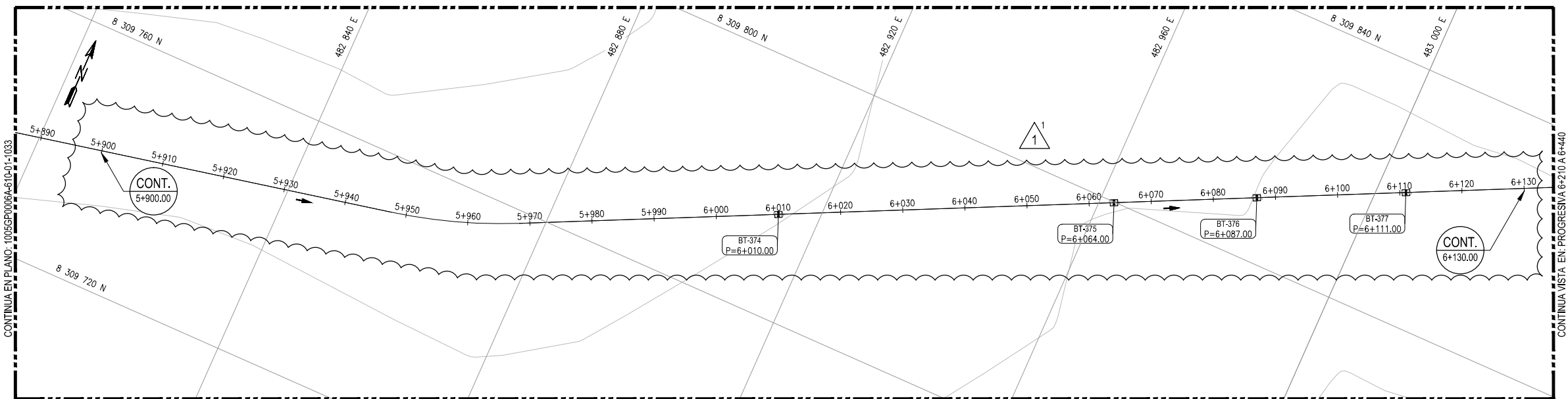
MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES
LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 5+440 AL Km 5+900

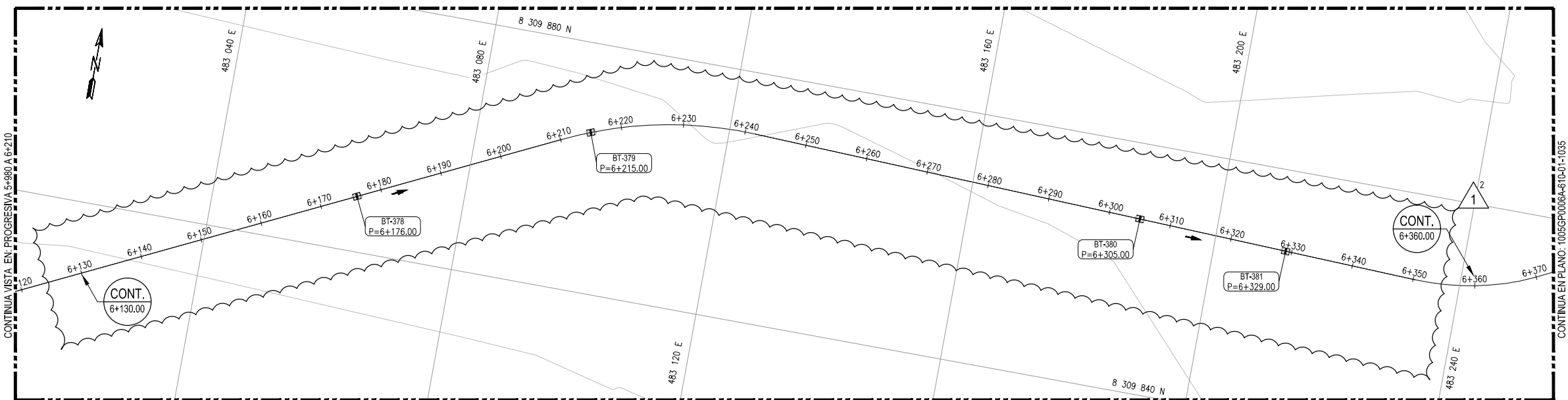
COD. PROY. CLIENTE: PLANO CLIENTE N.º: REV. 1



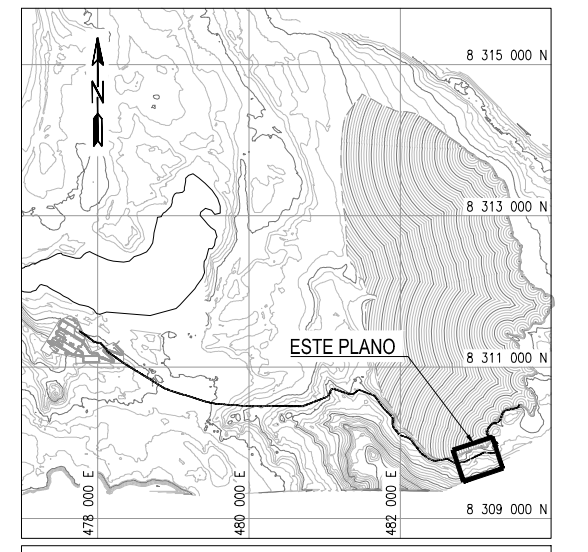
ESTE INFORME HA SIDO ELABORADO BAJO UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE NIVEL 9001 CERTIFICADO PARA CONSULTORES EN INGENIERÍA.
 USUARIO: (GETVAR??) ARCHIVO: (GETVAR??) (GETVAR??) (GETVAR??)



PLANTA
PROGRESIVA 5+900 A 6+130
ESC.:1/400



PLANTA
PROGRESIVA 6+130 A 6+360
ESC.:1/400



PLANO LLAVE
ESC.:1/50 000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS - CONCRETO

CONCRETO

- BASES DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- SOLADO $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO

- BARRAS CORRUGADAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A615 Gr.60

ESTUDIO DE SUELOS

- CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO $\sigma < 4.00 \text{ kg/cm}^2$
- ASUMIDO (VERIFICAR EN CAMPO)

RECUBRIMIENTO

- CONCRETO VACIADO EN CAPA INFERIOR 75mm
- EN CONTACTO CON EL TERRENO 75mm
- EN CARA SUPERIOR 50mm

CUADRO N°14

TIPO	SOPORTE (BT)	NTC	NFZ	N	E
3	BT-374	210.894	210.094	8309776.276	482913.659
3	BT-375	219.456	218.656	8309799.881	482962.227
3	BT-376	220.063	219.263	8309809.934	482982.913
3	BT-377	212.788	211.988	8309820.425	483004.499
3	BT-378	215.544	214.744	8309848.838	483062.960
3	BT-379	210.130	209.330	8309865.724	483098.112
3	BT-380	211.252	210.452	8309867.943	483187.494
3	BT-381	210.292	209.492	8309867.076	483211.478

NOTA:
PARA BT TIPO 3 Y
DETALLE DE POLYLOCK
VER PLANO 610-01-1031

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN MILÍMETROS, NIVELES Y COORDENADAS EN METROS.
- LA CUADRÍCULA ESTÁ REPRESENTADA EN SISTEMA DE COORDENADAS DATUM WGS 84.
- EL CONTRATISTA DEBE HACER LA VERIFICACIÓN DE LOS DATOS TOPOGRÁFICOS Y REALIZAR EL REPLANTEO EN OBRA.
- DISEÑO DEL CANAL DE CONTINGENCIA DE LA LÍNEA DE RELAVES HA SIDO ELABORADO POR MINERA SHOUXIN PERÚ (PLANO N° P-HS-MSP-DI-004) Y APROBADO POR EL MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS CON EL INFORME TÉCNICO ITS-MSP-DI-004.

- LA PENDIENTE DE LA TUBERÍA SE INDICA EN EL PLANO: 610-05-1147 / 610-05-1148
- PREVIAMENTE A LA EJECUCIÓN DE LA CIMENTACIÓN SE DEBERÁ CONFORMAR LA PLATAFORMA (CORTE Y/O RELLENO) COORDINADO CON EL CLIENTE.
- CONSIDERAR INSERTOS DE POLYLOCK DE 10cm ALREDEDOR DE LAS BASES DE LA TUBERÍA PARA SOLDADURA POR EXTRUSIÓN DE LA GEOMEMBRANA (VER DETALLE TÍPICO DE POLYLOCK)

PLANO N°	PLANOS DE REFERENCIA	N. REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN	DIS.	DIB.	REV.	APR.	CLIENTE
610-05-1120	ARREGLO GENERAL - UBICACIÓN DE SOPORTES / Rev. 1; 15-08-16								
STD-01-001	NOTAS GENERALES	1	25-08-16	RE REMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	E.Q.	M.C.	S.M.	J.V.	
100-D-G-001	P&ID / ZONA DE TUBERÍA EN CAMPO	0	10-04-15	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
100-D-G-002	P&ID / ZONA DE PLANTA BENEFICIO	B	06-04-15	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	
000-04-1002	PLANTA DE TRATAMIENTO DE RELAVES / LAYOUT - ARREGLO GENERAL / PLANTA	A	31-03-15	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	C.F.	M.L.	S.M.	J.B.	

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA SON PROPIEDAD DE BUENAVENTURA INGENIEROS (BISA), SU USO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN ESTÁ PROHIBIDA. CUALQUIER MODIFICACIÓN O ADAPTACIÓN DE LOS DATOS EN EL PLANO SERÁ RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DEL USUARIO SIN NINGUNA RESPONSABILIDAD LEGAL DE BISA.

BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.
CERTIFICACIÓN ISO 9001 - OHSAS 18001 - ISO 14001

APROBACIÓN	FECHA	FIRMA	NOMBRES	FECHA	FIRMA
CLIENTE:			DISEÑADO POR: C. FAJARDO	31-03-15	
GTE. ING.:			DIBUJADO POR: M. LIZANA	31-03-15	
GTE. PROJ.:			REVISADO POR: S. MEZA	31-03-15	
			APROBADO POR: J. BERNILY	31-03-15	
			GTE. ING.: R. VILLANUEVA	31-03-15	

COD. PROJ. BISA: 1005GP0006A PLANO BISA N°: 1005GP0006A-610-01-1034 ESCALA: INDICADA

MINERA SHOUXIN PERÚ

INGENIERÍA DE DETALLE E INGENIERÍA DE CAMPO PARA EL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN GLOBAL DE RELAVES

LÍNEA DE TRANSPORTE DE RELAVES ESPESADOS
UBICACIÓN DE SOPORTES
Km 5+900 AL Km 6+360

COD. PROJ. CLIENTE: PLANO CLIENTE N°: REV: 1

