



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



## INFORME DE REVISIÓN

Se ha realizado el análisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte de los docentes reponsables, al documento cuyo título es:

### GESTION DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR - CASAPALCA

presentado por:

**DAYRO NILTON PAITAN YALLI**

del nivel **PREGRADO** de la facultad de **INGENIERIA CIVIL** obteniéndose como resultado una coincidencia de **17.06%** otorgándosele el calificativo de:

**APROBADO**

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

APROBADO LA EVALUACION DE ORIGINALIDAD DEL INFORME FINAL DE TESIS el cual se evidencia el Nivel de Similitud del 17.1% de conformidad a la R.R. 1668 - R - UNICA - 2020, art. 18.2

Ica, 4 de **Mayo** de **2021**

**MARTIN HAMILTON WILSON**  
**HUAMANCHUMO**  
**COORDINADOR**  
**SOFTWARE ANTIPLAGIO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**EDITH ISABEL GUERRA LANDA**  
**ASESOR**  
**SOFTWARE ANTIPLAGIO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**GESTION DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCION DE LA PRESA DE  
RELAVES EL PORVENIR - CASAPALCA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**BACHILLER: DAYGRO NILTON PAITAN YALLI**

**ICA – PERÚ  
2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA” DE ICA**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**GESTION DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCION DE LA PRESA DE  
RELAVES EL PORVENIR - CASAPALCA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**ÁREA DE CONOCIMIENTO:**

**GESTION DE RIESGOS DE UN PROYECTO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN  
PROCESOS CONSTRUCTIVOS EFICIENTES Y SOSTENIBLES**

**AUTOR:**

**BACHILLER: DAYGRO NILTON PAITAN YALLI**

**ASESOR:**

**ING. LUIS MINA APARICIO**

**ICA – PERÚ  
2020**

Dedico la presente tesis a los seres que más amo en este mundo: mis padres y esposa, por ser la fuente de mi inspiración y motivación para superarme cada día y así luchar en lo que la vida me depare.

**AGRADECIMIENTO:**

También un agradecimiento especial a los profesores de la facultad de ingeniería civil en especial a los: Ing. José Claudio Guevara Bendezu, Luis Mina Aparicio y el Ing. Hamilton Wilson Huamanchumo quienes que me apoyaron constantemente con sus sabios consejos y ampliaron mis conocimientos.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>I. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
1.1. Antecedentes a nivel nacional y local .....	11
1.2. Bases teóricas de la investigación .....	15
1.3. Marco conceptual .....	33
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION .....</b>	<b>75</b>
2.1. Situación problemática .....	75
2.2. Formulación del problema.....	75
2.2.1 Problema general .....	75
2.2.2 Problema específico .....	76
2.3. Delimitación del problema .....	76
Delimitación social y conceptual.....	76
2.4. Justificación e importancia de la investigación. ....	76
2.4.1 Justificación .....	76
2.4.2 Importancia. ....	76
2.5. Objetivo de Investigación.....	77
2.5.2 Objetivo General.....	77
2.5.3 Objetivo específico .....	77
2.6. Hipótesis de investigación.....	77
2.6.1 Hipótesis general o principal .....	77
2.6.2 Hipótesis específicas.....	78
2.7. Variables de investigación.....	78
2.7.1 Identificación de Variables .....	78
Variable independiente.....	78
Variable dependiente.....	79
Variable interviniente.....	80
2.7.2 Operación de variables.....	80
Variables .....	80
Definición de variables .....	80
Indicadores .....	80
<b>III. ESTRATEGIA DE METODOLOGÍA/METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>85</b>
3.1 Tipo, Nivel y diseño de investigación .....	85
Tipo de investigación .....	85
Nivel de investigación.....	85
Diseño de investigación .....	85
3.2 Población y muestra materia de investigación .....	86
Población de estudio .....	86
Tamaño de la muestra .....	86
<b>IV. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.....</b>	<b>86</b>
4.1 Técnicas de recolección de variables .....	87
4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	118
4.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	118

<b>V. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....</b>	<b>119</b>
5.1. Presentación e interpretación de resultados.....	119
5.2. Discusión de resultados .....	119
<b>VI. COMPROBACION DE HIPOTESIS .....</b>	<b>120</b>
6.1 Contrastación de hipótesis general .....	120
6.2 Contrastación de hipótesis específico.....	120
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>127</b>

## RESUMEN

El desarrollo de la investigación denominada gestión de riesgos en la construcción de la presa de relaves El Porvenir – Casapalca están definidos como la posibilidad de daño, pérdida o perjuicio al sistema a consecuencia de la ocurrencia de situaciones anormales que podrían causar incidentes que afecten a potenciales receptores, en lo que respecta a los proyectos de construcción por grande o pequeños que sean, los riesgos representan una parte muy importante la cual se tiene que considerar o analizar detalladamente, con el fin de tener un control y una organizaron de los mismos. El análisis o evaluación de riesgos se definió como el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de efecto adverso que este tenga, en la seguridad, en la salud, en el medio ambiente y en el bienestar público, durante un lapso específico determinado en este caso por el periodo de ejecución y operación de proyecto.

Para un adecuado análisis de riesgos se plantearon las metodologías para el análisis de gestión de riesgos aplicados para la construcción de la presa de relaves, se aplicaron el IPEC línea base con matrices ambientales y de seguridad para minimizar los peligros y evaluación de riesgos en la construcción en la seguridad y medio ambiente que servirán en el periodo de ejecución y operación de la Presa de Relaves Casapalca.

## SUMMARY

The development of the investigation called risk management in the construction of the El Porvenir tailings dam - Casapalca are defined as the possibility of damage, loss or damage to the system as a result of the occurrence of abnormal situations that could cause incidents that affect potential recipients, in regard to construction projects, however large or small, the risks represent a very important part which has to be considered or analyzed in detail, in order to have a control and organized them. The risk analysis or evaluation was defined as the process of estimating the probability of an event occurring and the probable magnitude of its adverse effect on safety, health, the environment and public welfare during a specific period determined in this case by the period of execution and operation of the project.

For an adequate risk analysis, the methodologies for the analysis of risk management applied for the construction of the tailings dam were proposed, the IPEC baseline with environmental and safety matrices were applied to minimize hazards and risk assessment in construction in the safety and environment that will serve in the period of execution and operation of the Casapalca Dam.

## INTRODUCCIÓN

Los riesgos están definidos como la posibilidad de daño, pérdida o perjuicio al sistema a consecuencia de la ocurrencia de situaciones anormales que podrían causar incidentes que afecten a potenciales receptores.

Todos los proyectos, tienen distintos tipos de riesgos, que por más que traten de evitarse, siempre están presentes. Es decir en teoría es posible tener cero riesgos, mas no en la práctica.

En lo que respecta a los proyectos de construcción por grande o pequeños que sean, los riesgos representan una parte muy importante la cual se tiene que considerar o analizar detalladamente, con el fin de tener un control y una organizaron de los mismos. Es por eso que el riesgo y su análisis, es una rama que así como la contabilidad, mercadotecnia, producción, etc, se tiene que estudiar y analizar por separado en cualquier proyecto constructivo.

El análisis o evaluación de riesgos se define como el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de efecto adverso que este tenga, en la seguridad, en la salud, en el medio ambiente y en el bienestar público, durante un lapso específico determinado en este caso por el periodo de ejecución y operación de proyecto.

Tal es sentido de la presente investigación sobre la Gestión de los Riesgos en la construcción de la presa de relaves el Porvenir – Casapalca. Dicha presa de relaves

será construida con un dique conformado por material de préstamo compactado. El dique principal de la presa mencionada alcanzará la cota 4765 m.s.n.m, con una altura máxima de 67 metros y una longitud de 748.50 metros. El talud “aguas abajo” del dique principal está conformado con talud 1.5H - 1.0V y el talud “aguas arriba” 1.3H - 1.0V. Se ha realizado la remoción de la capa de suelo superficial suelto de no más de 20 cm de espesor:

El talud del dique principal será impermeabilizado con geotextil y geomembrana de 1 mm de espesor de HDPE, el vaso será recubierto con una capa de geotextil y geomembrana de manera parcial hasta una distancia de 60 metros al pie del dique principal, a fin de asegurar un adecuado comportamiento hidráulico en la cimentación.

Para un adecuado análisis de riesgos se debe considera esencialmente la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición), las características de sector de la población expuestas, la posibilidad de que ocurra y la magnitud de exposición y sus consecuencias, para así definir medidas adecuadas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

## **I. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Antecedentes a nivel nacional y local**

Siendo en la actualidad, el tema de Gestión de Riesgos, un aspecto preponderante y de vital importancia en la construcción, dado el crecimiento de las construcciones en zonas de riesgo, los antecedentes sobre el tema de construcción de estructuras de presas de relaves son variadas, tanto en publicaciones, revistas y congresos Nacionales; sin embargo el presente trabajo de tesis se basa en la aplicación de los temas de la gestión de riesgos al tema de la Gestión de Riesgos en la construcción de la presa de relaves El Porvenir - Casapalca.

Para el establecimiento de los parámetros de sismicidad se ha empleado el método determinístico, basado en la sismotectónica, sismicidad histórica y sismicidad local.

Según la teoría de placas el Perú está ubicado cerca a la zona de convergencia de las placas litosféricas denominadas "Continental Sudamericana" y "Oceánica de Nazca", la que se considera como un margen sismológicamente activo.

La referida convergencia determina la colisión de ambas placas y consecuentemente la inflexión del borde oriental de la placa de Nazca bajo la placa Continental según la dirección ENE; asimismo, la placa Continental resulta en un cabalgamiento sobre la capa de Nazca.

A la referida zona de "inflexión" y "cabalgamiento" se denomina "Zona de Subducción", de otro lado esta zona morfológica configura un relieve

submarino que por su posición y alineamiento se le denomina "Fosa de Milne-Edwards" o "Fosa de Lima".

Dicha fosa supera profundidades de 5,000 m.s.n.m., en cambio en el continente y coincidiendo con el alineamiento de la fosa, ocurren elevaciones montañosas que superan a su vez 5,000 m.s.n.m.

Los esfuerzos que se generan entre las dos placas en la zona de subducción originan una intensa actividad sísmica. El sector que se extiende entre la fosa de Lima y la costa (corresponde a la zona de contacto entre placas), es una zona de sismicidad superficial pero intensa y asociada con el sistema de subducción, esta área es uno de los lugares donde se generan sismos de gran magnitud en el mundo. En el continente la profundidad focal de los sismos va creciendo de Oeste a Este.

Los focos delinean, en el perfil, la placa Oceánica buzando debajo de la placa Continental a la vez que las magnitudes de los sismos tienden a disminuir.

La sismicidad superficial en la placa Continental está limitada a la zona que abarca la costa, la Cordillera Occidental y parte de las antiplanicies; luego aumenta nuevamente en la zona de la Cordillera Oriental con focos muy superficiales y mecanismos que demuestran la existencia de un régimen de compresión.

La región Este se caracteriza por tener una expresión tectónica mas joven que la Cordillera Occidental, con procesos neotectónicos que se reconocen por la deformación de terrazas cuaternarias y reactivación de fallas (falla activa de Huaytapallana).

Esta actividad superficial en la placa Continental está ubicada sin embargo a más de 300 Km de la fosa de Lima, esto es un rasgo típico que se da a lo largo de varios tramos de todo el borde Occidental Sudamericano.

En lo que respecta al sector del proyecto predominan los depósitos cuaternarios, morrénicos; un examen cuidadoso del relieve del sector efectuado sobre fotos aéreas permite indicar que no existen movimientos recientes de fallas ni afectación de depósitos cuaternarios.

Desde el punto de vista de la sismicidad superficial conviene señalar que los catálogos de registros instrumentales no mencionan epicentros ubicados en las proximidades del sitio y que el epicentro mas cercano está ubicado a más de 60 Km al SW del sitio ( $12^{\circ}44'S$  y  $76^{\circ}65' E$ ,  $M_b=5.0$ , y con una profundidad focal de 43 Km).

Siendo en la actualidad, el tema de Gestión de Riesgos, un aspecto preponderante y de vital importancia en la construcción, dado el crecimiento de las construcciones en zonas de riesgo, existen antecedentes sobre el tema de construcción de Presas en publicaciones, congresos Nacionales; sin embargo el presente trabajo de investigación se basa en la aplicación de los temas de la gestión de riesgos al tema de las Presas, así como el movimiento de tierras y manejo de explosivos en la construcción de la presa de relaves.

A continuación, se muestran vistas fotográficas que permiten conocer la situación actual del área del proyecto.

Foto N° 1.- El tramo inicial del canal de coronación de la margen derecha será sobre terreno rocoso, aproximadamente en 460m. de acuerdo al proyecto.

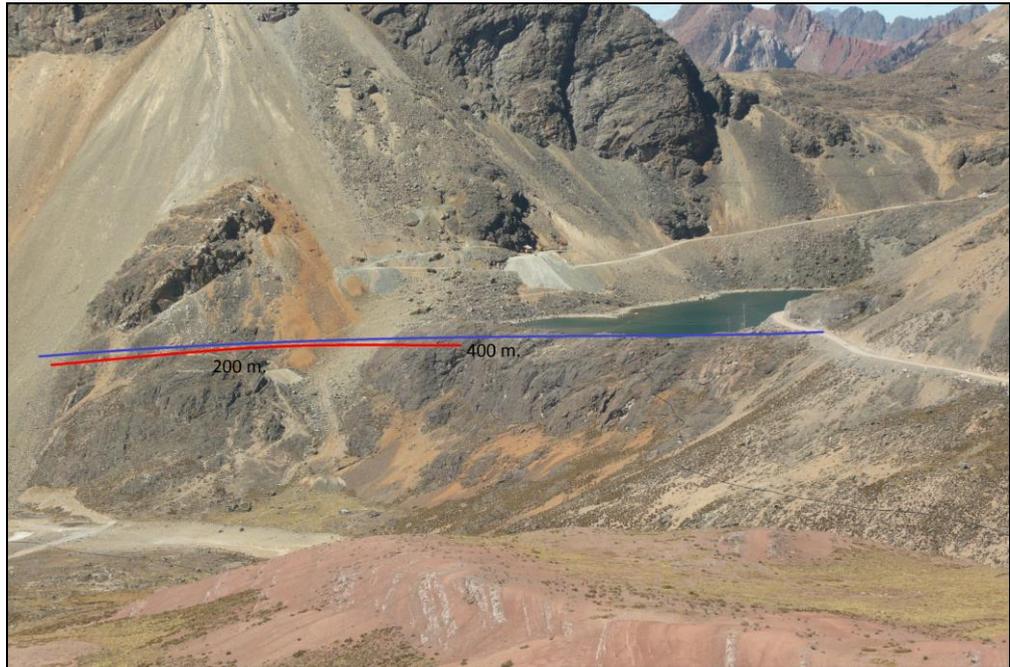


Foto N° 2.- Tramo del canal de la margen derecha a construir, se construirá sobre la actual cantera de relleno del dique y que está a nivel de trocha.



Foto N° 3.- Tramo rocoso donde se construirá el canal de coronación en la margen derecha de 80 m.



## **1.2. Bases teóricas de la investigación**

Para un adecuado análisis de riesgos se debe considerar esencialmente la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición ), las características de sector o población expuesta (receptor), la posibilidad de que ocurra y la magnitud de exposición y sus consecuencias, para así definir medidas adecuadas que permitan minimizar los impacto que se puedan generar.

Para comprender a fondo el concepto de riesgo dentro de las actividades operativas, se debe considerar que el riesgo, siempre lleva implícita la posibilidad de una pérdida, daño o lesión.

Todo riesgo se encuentra íntimamente relacionado con el peligro o condición que incrementa la posibilidad de efectos negativos de un evento sobre la salud, seguridad y medio ambiente.

En forma genérica, dentro de las actividades del ambiente de trabajo, se deben considerar principalmente los siguientes factores de riesgo: Factores materiales o tecnológicos; Factores sociales; Factores externos.

Existen herramientas las cuales sirven de gran ayuda para poder identificar y clasificar los riesgos, tales como los cuestionarios, las hojas de balance y los diagramas de flujo.

Para poder hacer un buen análisis de riesgos en los proyectos constructivos, se deben de tomar en cuenta las diferentes actividades realizadas en obra, tales como:

- Tránsito en obra
- Espacio exterior
- Caminos de acceso a la obra
- Inexperiencia del personal
- Personal de edad avanzada
- Orden y limpieza
- Seguridad en obra
- Excavaciones
- Caídas de altura
- Caídas de objetos
- Electricidad
- Medios auxiliares
- Maquinaria ligera y pesada
- Maquinaria móvil
- Manipulación manual de cargas
- Herramientas manuales

Al realizar la tarea de identificación de la presencia y naturaleza de los riesgos, se debe entender que el proceso no termina en la confección de la lista de riesgos, sino que continúa con la evaluación permanente y la

aplicación dinámica del control por medio de técnicas de prevención, eliminación de condiciones de peligro y mitigación del impacto, para hacer esto, existen un gran número de herramientas y una de ellas es la fabricación de redes neuronales orientadas al análisis de riesgos en un sistema constructivo.

### **Bases teóricas**

Para el desarrollo del proyecto se ha considerado la ejecución del levantamiento topográfico y los estudios de sismicidad, hidrología e hidráulica, geología e ingeniería geotécnica.

Los puntos desarrollados en el presente estudio son:

- a. Evaluación de las condiciones de cimentación del sitio donde se ubicará la presa de relaves, tal que aseguren la estabilidad de la estructura.
- b. Identificación del material de cantera que conformará el dique principal de la presa de relaves.
- c. Determinación del sistema de sub-drenaje de la cimentación con la finalidad de separar las aguas subterráneas estacionarias.
- d. El diseño de la Sección Principal de la Presa de Relaves tal que asegure la estabilidad física y geoquímica.
- e. El diseño hidráulico de las obras de control de aguas de escorrentías.

El presente Informe Técnico se basa en los trabajos realizados en el sitio en estudio, en los resultados de los ensayos de laboratorio y ensayos de campo.

El trabajo de campo comprendió la exploración a cielo mediante calicatas y trincheras y ensayos geofísicos mediante levantamientos de líneas de refracción sísmica.

### **ESTUDIOS GEOLOGICOS**

En la Fig. 1 se presenta la geología del sitio en estudio. En la región se ubican rocas sedimentarias pertenecientes a la Formación Casapalca y la Formación Carlos Francisco conformado por afloramientos volcánicos del Terciario, compuesto por rocas andesíticas de grano fino.

La estructura dominante del área en estudio es un sinclinal simétrico cuyo rumbo promedio es N25°W el mismo que conforma el conjunto de pliegues con ejes sub-paralelos coincidentes con la dirección de los andes del centro del Perú.

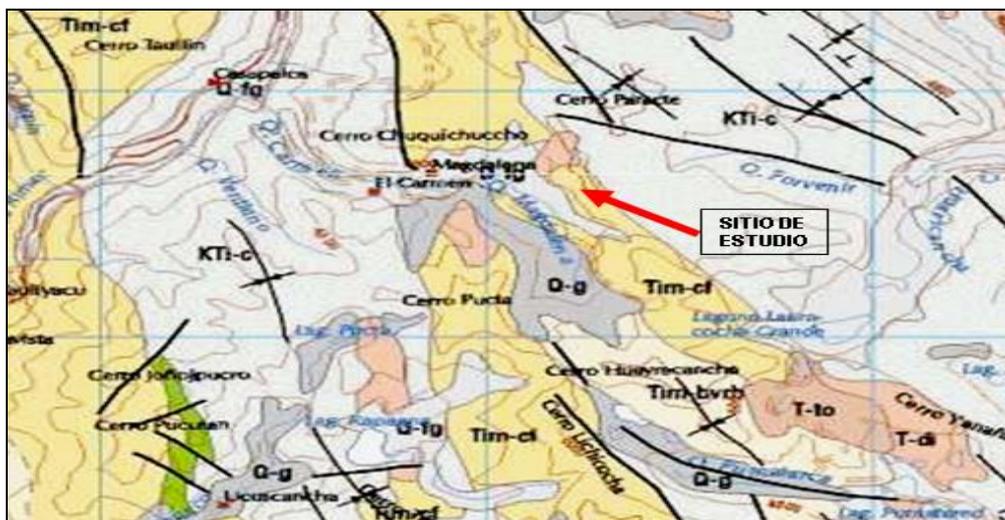
El área ha sido afectada por varios sistemas de fallamiento y fracturamiento, estas estructuras se formaron durante la actividad tectónica que dio origen al levantamiento de los Andes, es decir están formadas por fallas no activas. Tampoco se ha observado evidencias de estructuras activas como fallas geológicas en el área del proyecto.

La microcuenca alto andina, donde se ubica la presa de relaves, está por encima de los 4700 m.s.n.m. con presencia de aislados puntos nevados que superan los 5000 metros de altitud, con escorrentías y laderas en ambas márgenes. Las laderas presentan pendientes que varían de 20-25° en las partes bajas, hasta pendiente mayor de 60° en las partes altas.

El área en estudio aflora masivamente rocas volcánicas, estables mecánicamente, de la Formación Carlos Francisco, donde se ubica el dique principal de la presa de relaves.

Afloramientos de rocas sedimentarias compuesta por lutitas de la Formación Casapalca aflora parcialmente en el vaso de la presa. Ver Plano de Zonificación Geotécnica, GE-1. En toda el área del vaso, superficialmente estas formaciones se hallan cubiertas por una delgada capa de material provenientes del Cuaternario último.

Las condiciones geológicas del área en estudio son adecuadas debido a la estabilidad de las formaciones geológicas presentes, respecto a fenómenos naturales de origen geodinámico. No se ha observado presencia de taludes inestables, descartándose la existencia de riesgos geodinámicos asociados a la estabilidad de los taludes.



ERA	SISTEMA		UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS					
			SECTOR OCCIDENTAL	SECTOR ORIENTAL	PLUTONICAS	HIPABISALES				
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Q-al	Depósitos aluviales						
		PLEHISTOCENO	Q-fg	Depósitos fluvio-glaciares						
			Q-g	Depósitos glaciares						
	TERCIARIO	SUPERIOR	Ts-p	Volc. Pacococha	Ts-p	Volc. Pacococha	T-g	Granito		
			Ts-hu	Fm. Huarochiri			T-lo	Tonalita	T-ta	Traquiandésita
		MEDIO	Tm-m	Volc. Millotíngo	Tm-m	Volc. Millotíngo	T-gd	Granodiorita	T-a	Andésita
		INFERIOR	Tm-cq	Gpo. Colqui	Tm-bvb	Fm. Bellavista Río Blanco	T-to/gd	Tonalita Granodiorita	T-rda	Riodacita
	Tm-r		Gpo. Rimac	Tm-cl	Fm. Carlos Francisco	T-mz/gd	Monzonita Granodiorita			
	MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Ks-q	Fm. Celendín	KT-c	Fm. Casapalca	T-di	Diorita	
				Ks-j	Fm. Jumasha	Ks-j	Fm. Jumasha			Ks-a
Ki-pa			Fm. Pariatambo	Ki-pa	Fm. Pariatambo					
Ki-chu			Fm. Chulec	Ki-chu	Fm. Chulec					
INFERIOR			Ki-saca	Fms. Santa Carhuaz	Ki-g	Gpo. Goyllarisqutzga				
			Ki-chim	Fm. Chimú						
JURASICO TRIASICO		SUPERIOR INFERIOR			JR-pu	Gpo. Pucara				
PALEOZOICO		PERMICO	SUPERIOR			Ps-mi	Gpo. Mitu			
		DEVONIANO	INFERIOR			Pl-e	Gpo. Execlior			

Fig.1 Geología del Área en Estudio

**ESTUDIOS DE RIESGO SISMICO**

Para el establecimiento de los parámetros de sismicidad se ha empleado el método determinístico, basado en la sismotectónica, sismicidad histórica y sismicidad local.

Según la teoría de placas el Perú está ubicado cerca de la zona de convergencia de las placas litosféricas denominadas "Continental Sudamericana" y "Oceánica de Nazca", la que se considera como un margen sísmológicamente activo.

La referida convergencia determina la colisión de ambas placas y consecuentemente la inflexión del borde oriental de la placa de Nazca bajo la placa Continental según la dirección ENE; asimismo, la placa Continental resulta en un cabalgamiento sobre la capa de Nazca.

A la referida zona de "inflexión" y "cabalgamiento" se denomina "Zona de Subducción", de otro lado esta zona morfológica configura

un relieve submarino que por su posición y alineamiento se le denomina "Fosa de Milne-Edwards" o "Fosa de Lima".

Dicha fosa supera profundidades de 5,000 m.s.n.m., en cambio en el continente y coincidiendo con el alineamiento de la fosa, ocurren elevaciones montañosas que superan a su vez 5,000 m.s.n.m.

Los esfuerzos que se generan entre las dos placas en la zona de subducción originan una intensa actividad sísmica. El sector que se extiende entre la fosa de Lima y la costa (corresponde a la zona de contacto entre placas), es una zona de sismicidad superficial pero intensa y asociada con el sistema de subducción, esta área es uno de los lugares donde se generan sismos de gran magnitud en el mundo. En el continente la profundidad focal de los sismos va creciendo de Oeste a Este.

Los focos delinean, en el perfil, la placa Oceánica buscando debajo de la placa Continental a la vez que las magnitudes de los sismos tienden a disminuir.

La sismicidad superficial en la placa Continental está limitada a la zona que abarca la costa, la Cordillera Occidental y parte de las altiplanicies; luego aumenta nuevamente en la zona de la Cordillera Oriental con focos muy superficiales y mecanismos que demuestran la existencia de un régimen de compresión.

La región Este se caracteriza por tener una expresión tectónica más joven que la Cordillera Occidental, con procesos neotectónicos que se

reconocen por la deformación de terrazas cuaternarias y reactivación de fallas (falla activa de Huaytapallana).

Esta actividad superficial en la placa Continental está ubicada sin embargo a más de 300 Km de la fosa de Lima, esto es un rasgo típico que se da a lo largo de varios tramos de todo el borde Occidental Sudamericano.

En lo que respecta al sector del proyecto predominan los depósitos cuaternarios, morrénicos; un examen cuidadoso del relieve del sector efectuado sobre fotos aéreas permite indicar que no existen movimientos recientes de fallas ni afectación de depósitos cuaternarios.

Desde el punto de vista de la sismicidad superficial conviene señalar que los catálogos de registros instrumentales no mencionan epicentros ubicados en las proximidades del sitio y que el epicentro mas cercano está ubicado a más de 60 Km al SW del sitio ( $12^{\circ}44'S$  y  $76^{\circ}65' E$ ,  $M_b=5.0$ , y con una profundidad focal de 43 Km).

### **La Zona de Benioff**

Es la zona de sismicidad, que en el perfil se muestra inclinada, y que está asociada a la zona de subducción. La distribución de los focos sísmicos y sus mecanismos muestran un ángulo de buzamiento débil ( $15^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ ) según dirección N  $60^{\circ}$  E. Más hacia el continente la subducción prosigue horizontal.

La zona de mayor interacción entre las placas se ubica entre la fosa de Lima y la costa, a profundidad somera, ahí los esfuerzos de

compresión generan sismos de magnitud considerable con mecanismos de cabalgamiento siguiendo planos de bajo ángulo.

En el sector más próximo a la región del proyecto, los mayores sismos ocurridos durante éste siglo, generados en ésta fuente sismogénica son los siguientes:

FECHA	COORDENADAS	MAGNITUD	PROFUNDIDAD	DISTANCIA
		Mo ó Ms	Kms	Km
22/05/1940	10°5/79°8	8.2	43	360
17/10/1966	10°7/78°8	7.5	24	280
31/05/1970	9°2/78°8	7.8	43	390
03/10/1974	12°27/77°80	7.5	13	180

Más fuertes fueron los sismos de 1946 (Costa Norte del departamento de Lima) y de 1868 (Costa de Tarma), siendo probablemente éste último el mayor ocurrido desde la época del Virreinato.

Los sismos de magnitud mayor a 7.5 son raros en la zona de Benioff intermedia (70 a 300 Km) o profunda (más de 300 Km).

Se considera aquí un valor de 7.8 para la magnitud del mayor sismo susceptible de generarse en la zona de Benioff bajo el sitio del proyecto.

### **La Depresión Central Junín-Huancayo**

Este sector situado al borde oeste de la Cordillera Oriental ha experimentado movilidad en el transcurso del Cuaternario, la que incluye fenómenos compresivos (tal como deformaciones de terrazas antiguas) y de distensión de amplias depresiones rellenadas por depósitos recientes.

La existencia de cierta sismicidad superficial, indica que esta actividad prosigue hoy en día. Las magnitudes medidas son relativamente moderadas ( $M_S=5.5$ ); sin embargo, en base a la experiencia obtenida en otros sectores de la cadena andina con semejante contexto sismo tectónico, se considerará aquí un valor máximo de  $M_S=6.5$  para sismos procedentes de ésta fuente sismogénica.

### **La Cordillera Oriental**

Se considera que ésta zona ha sido poco afectada tectónicamente desde entonces. Sin embargo, el levantamiento andino (de 2,000 a 4,000 m desde el Mioceno) se manifiesta aparentemente en ella con su mayor magnitud. Además, se trata de una zona de sismicidad superficial bastante notable en relación con la falla activa de Huaytapallana, pues es en la Cordillera Oriental donde se han registrado los mayores sismos superficiales del Perú central.

Considerando la distancia al sitio del proyecto, los sismos de mayor magnitud generados en ésta fuente sismogénica son:

FECHA	COORDENADAS	MAGNITUD	PROFUNDIDAD	DISTANCIA
		$M_0$ ó $M_S$	Kms	Km
01/11/1947	11°/75°	7.3	70	210 Km
24/07/1969	11°/75°1	5.6	1	135 Km
01/10/1969	11°6/75°2	6.2	5	125 Km

Los dos últimos ocurrieron en la región de Pariahuanca, al NE de Huancayo. El primero fue acompañado por una rotura superficial de

40 cm de desplazamiento vertical. Durante el segundo sismo, la misma falla se reactivó con hasta 1.60 m de desplazamiento vertical y 0.70 m de desplazamiento horizontal. La falla tiene rumbo NW, con el bloque SE hundido con respecto al bloque NE, lo cual indica compresión NE-SE.

Teniendo en cuenta lo expuesto se admite la posibilidad de generación de sismos a lo largo de éste límite con magnitud máxima o por lo menos igual a la alcanzada en el evento de 1947 ( $M_o$  ó  $M_S=7.3$ ).

### **ATENUACIÓN DEL MOVIMIENTO SISMICO**

Los mapas Isosistas representan la distribución geográfica de las intensidades (Escala Mercalli Modificada) de los terremotos fuertes que se han manifestado en país (Instituto Geofísico del Perú 1:3'000,000; IGP Mapa de Sismos Fuertes del Perú 1:3'000,000, E. Silgado; Historia de los sismos más notables).

Es típica la forma elíptica aplastada de las curvas isosistas para casi todos los eventos y especialmente para los originados en zona de subducción.

El gran eje de la elipse, es decir, aquel en que los valores de las curvas isosistas nos permiten deducir que la dirección de menor atenuación, está orientada paralelamente a las estructuras principales, lo que corresponde también al rumbo de las zonas de subducción.

Otro aspecto a considerar es que transversalmente a las estructuras, la atenuación es más rápida, siendo el gradiente medio para unos tramos

de la zona de Benioff, aproximadamente 45-50 Km por grado en la escala Mercalli, entre el grado VIII y el grado V.

Mediante acelerógrafos instalados se ha registrado en Lima 0.46 g a una distancia epicentral de más de 120 Km durante el terremoto del 17.06.66 (M=7.5) y 0.13 g a una distancia de más de 280 Km durante el terremoto del 31.05.70 (M=7.6 a 7.8).

Sin embargo, para el evento del 03.10.74 (M=7.5), mucho más cerca de Lima, el valor máximo registrado (0.24 g) es normal.

Cabe mencionar que en el caso de los terremotos de 1966 y 1970, las zonas de ruptura están relacionadas con el plano de subducción, estructura que pasa a menos de 50 Km de profundidad a lo largo de la costa donde las ondas de alta frecuencia pueden haberse propagado con mínima atenuación antes de alcanzar Lima.

En el presente estudio se ha utilizado la correlación propuesta por Patwardhan ("Attenuation of Strong Ground Motion - Effect of Site Conditions").

### **SISMO MAXIMO CREIBLE**

La consideración del sismo máximo ocurrido en cada fuente a la distancia más corta respecto del área de interés, permite determinar mediante la fórmula de atenuación el valor de la aceleración máxima creíble para éste sitio, la cual es aplicable al cálculo para-sísmico de todas las estructuras comprometidas con la seguridad.

Los resultados están presentados en el cuadro siguiente:

FUENTE SISMICA	MAGNITUD	DISTANCIA (1)	ACELERACION	
	MAXIMA $M_S$	MÍNIMA (Km)	PICO HORIZONT.	
			cm/s <sup>2</sup>	(g)
Zona de Benioff superficial	8.7	100	240	0.24
Zona de Benioff intermedia.	7.8	80	220	0.22
Depresión Junín-Huancayo.	6.5	60	125	0.12
Cordillera Oriental	7.5	90	90	0.09

(1) Distancia y profundidad mínima entre el sitio y la zona de ruptura.

La aceleración máxima creíble es de 0.24 g, producida por un terremoto 8.7 originado en la zona de Benioff Superficial. Este valor de aceleración corresponde aproximadamente a una intensidad VII-VIII en la Escala Mercalli Modificada, similar a la asignada por Alva et al, 1985 en el Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú.

Según Sharma y Candia, 1992 para la zona del proyecto se le asigna una aceleración pico de 0,35g para un período de retorno de 475 años. Considerando el período de tiempo de la historia sísmica estudiada para una probabilidad de excedencia del 63% y un período de exposición de 500 años se tiene para el coeficiente sísmico un valor igual a 3/4 del sismo máximo creíble, ó 1/2 de la aceleración pico, lo cual corresponde aproximadamente a un valor de 0.18.

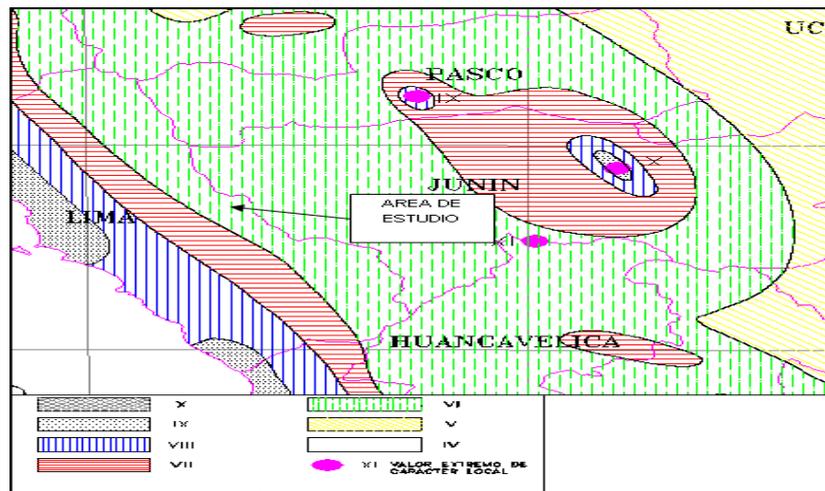


Fig. 1: Máximas Intensidades registradas en el Dpto. de Ica. Ref. UNI,1994

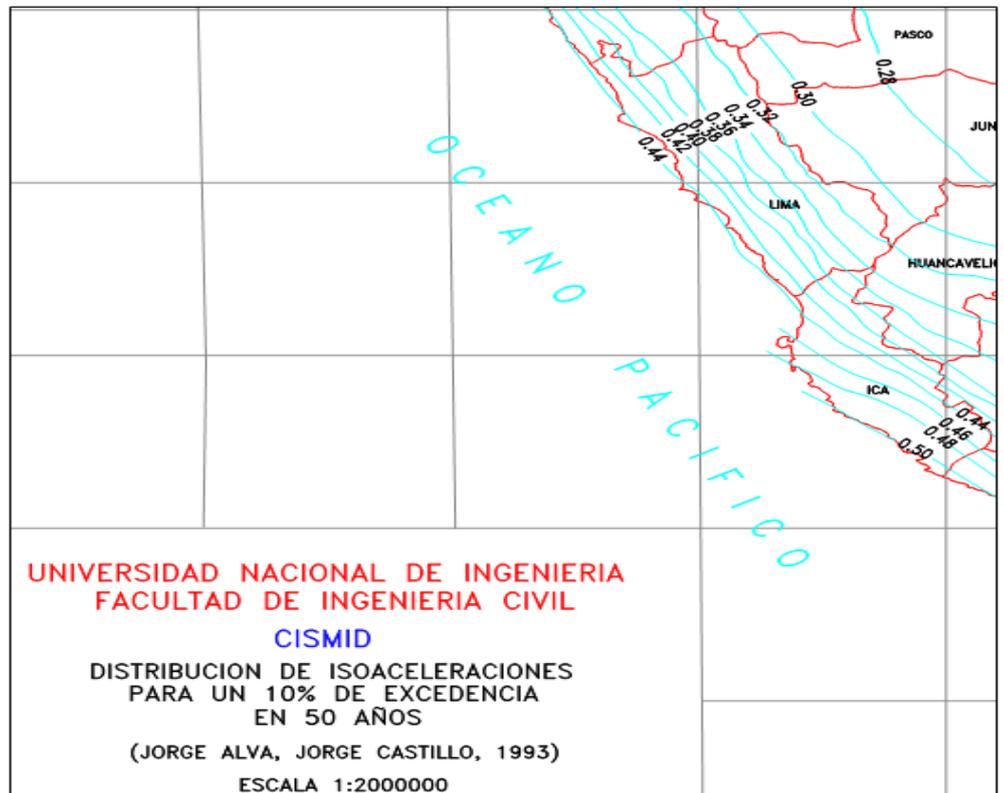


Fig. 2 Distribución de Aceleraciones Máximas. 10% de Nivel de Excedencia para una Período de Exposición Sísmica de 50 años, equivalente a un Período de Retorno de 475 años.

## ESTUDIOS DE HIDROLOGIA

Políticamente, el área en estudio se encuentra ubicada en el distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín. Las escorrentías de la cuenca Huaricancha donde se ubica la presa de relaves desemboca en la quebrada del río Yauli.

El clima es variado en función a la altitud, en el año se presentan 2 estaciones marcadas la lluviosa de octubre a abril, y la seca de mayo a septiembre. El área total de drenaje de la cuenca en estudio es de 8.18 Km<sup>2</sup>, tiene una altitud media es de 4800 m.s.n.m. Los parámetros hidrológicos de la cuenca se presentan en la tabla 1.

Debido a que el área de estudio no cuenta con información meteorológica, se extrapolaron los parámetros meteorológicos, en base a series históricas, registradas en estaciones más cercanas, a la unidad hidrográfica, la información se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

De la información metereológica analizada tenemos que la precipitación total anual es de 987.7 mm, la precipitación mínima anual es de 572.3 mm y la precipitación máxima anual es de 1426.5 mm.

La temperatura media anual es de 3.9 °C, la temperatura mínima anual es de 3.4 °C y la temperatura máxima anual es de 4.8 °C.

La humedad relativa media anual es de 72%, mientras que la humedad relativa máxima anual es de 77% y la humedad relativa mínima anual es de 64%.

La evaporación total anual es de 823.3 mm, la evaporación mínima anual es de 579.6 mm y la evaporación máxima anual es de 1150.1 mm.

Se determinó los caudales de diseño, de los canales de escorrentía para un período de retorno de 500 años, las cuales serán capaces de evacuar la escorrentía superficial ante una precipitación máxima.

El estudio hidrológico de la presa de relaves, consideró la evaluación de 04 microcuencas de influencia, denominadas microcuencas Este, Oeste, Sur y Norte. Sin embargo, para el proyecto de los canales de coronación no se ha considerado la microcuenca Norte debido a que se ubica aguas debajo de la ubicación de la presa. Ver Lámina 1.

El Canal Este, Oeste y Sur, deben ser dimensionados, para un caudal pico ó de diseño, de 0.49m<sup>3</sup>/s, 1.00 m<sup>3</sup>/s y 0.59 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años.

**Tabla no. 1 caudales de Diseño de los Canales de Escorrentía**

Periodo de Retorno en años	Estructura	Caudal de Diseño en m <sup>3</sup> /s	Caudal de Diseño en l/s
500	Canal Este	0.49	490
500	Canal Oeste	1.00	1000
500	Canal Sur	0.59	590

**Fuente:** Expediente técnico presa de relaves.

### **ESTUDIO GEOTECNICO**

Los trabajos realizados para determinar el comportamiento mecánico de la cimentación del dique principal y del vaso de la presa de relaves, comprendieron la ejecución de 05 líneas-perfiles de exploración,

denominadas A y B (líneas transversales al dique principal) y líneas C, D y E, (longitudinales o paralelas al eje de la presa).

Los resultados del estudio geotécnico indican una apropiada calidad de roca en la cimentación de la presa y una potencia importante en el área de canteras para la explotación como material de préstamo en la construcción del dique principal y obras complementarias.

También se realizaron 06 excavaciones a cielo abierto o calicatas denominadas C-1 a C-4 y trincheras, TC-1 a TC-2, que se ubicaron en el eje la presa y en el área del vaso. En el Anexo 02 se presentan los registros estratigráficos de las excavaciones realizadas.

La estratigrafía de la cimentación de la presa de relaves comprende:

**a.** En los flacos y laderas en las márgenes izquierda y derecha de la presa se presenta superficialmente una cobertura delgada de suelo vegetal, seguido por materiales de origen fluvio-glacial conformados por suelos granulares en estado semi-compacto a compacto con la profundidad, clasificados como gravas arcillosas con arenas, plástico, IP=10 (GC, ver C-01) y gravas limpias, GP y arcillosas, GC en estado semicompacto (TC-1 y TC-2).

Luego se tiene un afloramiento de rocas volcánicas poco alterada y ligeramente fracturada, con velocidad de onda P que alcanza rápidamente valores entre 2000 y 5000 m/seg entre 10 y 20 metros de profundidad, indicando un excelente comportamiento.

**b.** En la parte central del sector de la, existen muy delgadas capas de suelos granulares, en estado compacto conformado por gravas

limosas con arena, GM con IP entre 11 y 13 y presencia de bloques de rocas de hasta 80 cm. (Ver C-2 y C-3) y gravas arcillosas, GC en estado compacto con IP=11 (Ver C-4). El espesor de las capas de suelo máximo ni supera los 2-3 metros, con valor de onda P de hasta 1500 m/seg. En áreas aisladas se presentan suelos orgánicos arcillosos, superficiales de hasta 0.60 metros (C-4).

c. En las calicatas se verificó la presencia de la roca. El afloramiento de rocas volcánicas se encuentra en condición poco alterada y ligeramente fracturada, con velocidad de onda P que alcanza rápidamente valores entre 2000 y 5000 m/seg entre 10 y 20 metros de profundidad, indicando también un excelente comportamiento.

La presencia de pequeñas lagunas de almacenamiento temporal de agua en el vaso se debe a las condiciones impermeables del potente afloramiento de rocas volcánicas. Las aguas almacenadas escurren superficialmente por 02 depresiones labradas muy ligeramente.

Una vez realizado la remoción de la capa de suelo superficial suelto de no más de 20 cm de espesor, la presa se deberá cimentar el afloramiento de rocas volcánicas, cuyas características físico-mecánicas se muestran a continuación:

Estado	: compacto
Compresibilidad	: muy baja
Resistencia	: alta
Calidad	: I a III



**Foto 1.** Se observa afloramiento de rocas volcánicas en la cimentación del dique principal. Aguas abajo aflora la formación Casapalca

### **1.3. Marco conceptual**

#### **Movimiento de Tierras**

##### **Consideraciones Generales**

La seguridad en el trabajo empieza en el proyecto y acaba con la recepción de la obra. Por tanto parece lógico pensar que la seguridad es cosa de todos los que participan en cualquiera de las unidades de obra. Afecta tanto al proyectista, como a la dirección y jefatura de obra, como a los propios operarios de la obra.

El segundo concepto fundamental que es necesario entender es que el objetivo principal de la seguridad es prevenir accidentes, no evitar sanciones administrativas o cumplir la normativa vigente. Se debe hacer seguridad real que prevenga los posibles accidentes en el trabajo.

Por tanto es necesario distinguir entre lo que es señalización, protección personal, y protección colectiva.

La señalización adecuada advierte a los trabajadores sobre un posible riesgo. Se aplicara cuando el riesgo tenga poca duración o como complemento de otros sistemas de protección. Tiene su aplicación en casos concretos y debe ser objeto de un estudio aparte.

La protección personal para evitar o disminuir las consecuencias que un accidente pudiera ocasionar, también tiene su aplicación en riesgos concretos y debe ser objeto de otro estudio. La protección colectiva evita que se produzca el accidente. Se debe tender siempre a este nivel de protección. El principal objetivo de la seguridad es la prevención de accidentes mediante medidas de protección colectiva.

En cualquier caso es necesario huir de la chapuza, que no se debe confundir con la capacidad de improvisación, es preferible no hacer nada a hacerlo mal.

Además hay que tener en cuenta que en edificación se subcontrata alrededor del 80 – 90% de los trabajos y en obra civil entre el 50 y el 60%, por lo que debemos considerar seriamente la posibilidad de que las medidas contempladas en el Plan de Seguridad no lleguen a los trabajadores. Por tanto debemos acostumbrarlos a que tanto nosotros como nuestros colaboradores acompañen siempre a todas las órdenes de producción con una orden de seguridad.

Es obvio que la igual que no existen dos obras iguales no existen dos movimientos de tierras iguales, pero si similares, por lo que matizando

adecuadamente todas las ideas que se exponen a continuación, permitirán solucionar la mayor parte de los problemas de seguridad de los movimientos de tierras en los que se participe.

### **FACTORES DE INESTABILIDAD**

Cuando realizamos un vaciado o un desmonte de terreno con corte vertical, tarde o temprano, el terreno obtendrá su talud natural. Si conociésemos cuando realizaríamos la obra antes, como no es así, lo único que se puede hacer es dar siempre a nuestras excavaciones el talud adecuado al tipo de terreno.

Los factores que aceleran que el terreno pierda su estabilidad y busque su talud natural, en caso de que nosotros no se lo hayamos dado, son el agua, la variación de la humedad, la temperatura, el transcurrir del tiempo y las cargas estáticas o dinámicas.

El agua es el gran enemigo de la estabilidad de los taludes, y uno de los causantes de la mayor parte de los desprendimientos. Siempre deberá intentarse su eliminación, por achique, bombeo, desviando la corriente que la produce. Conservar la humedad natural, cubriendo los taludes es una buena medida para mantener su estabilidad.

Cuanto más tiempo tengamos abierta una excavación, más posibilidades tendremos que el suelo adquiera su talud natural. Con el paso del tiempo el terreno pierde su grado de humedad, se deteriora, se meteoriza y nunca se conoce con precisión el alcance de la transformación.

Las cargas estáticas (ver foto 2 y 3.) son muy frecuentes en las cabezas de las excavaciones, así en obra civil, se suelen depositar los productos de la excavación en las cabezas de las zanjas y en edificación a menudo se acoplan los paneles de encofrado del muro de contención de tierras en el mismo sitio.

Las cargas dinámicas, en especial las transmitidas por vehículos de obra son también frecuentes, ya que es normal habilitar los pasos de los camiones por las cabezas de la excavación, también es frecuente realizar trabajos de desmonte en las proximidades de vías abiertas al tráfico.

Tanto las cargas estáticas como las dinámicas presionan las cabezas de los taludes, disminuyendo la cohesión de los terrenos, y constituyen otro de los principales causantes de los derrumbamientos.



**FOTO N° 02.-**Vista panorámica de la construcción del dique de la Presa de Relaves El Porvenir.



**FOTO N° 03.-**Vista panorámica del dique de la Relavera El Porvenir, donde se ha realizado los trabajos de recrecimiento de la segunda berma secundaria para alcanzar la corona para tener un ancho suficiente para los trabajos de anclaje de geomembrana y tránsito vehicular.

Antes de comenzar cualquier movimiento de tierras es necesario, conseguir la mayor información posible de las compañías suministradoras sobre la posible existencia de conducciones de gas, agua, saneamiento, electricidad, etc., para proceder a su desvío o protección.

Cuando al comenzar una excavación se conozca la existencia de servicios afectados, debemos considerar la información que se tenga sobre su localización como orientativa, ya que en muchos casos no se encuentran en la posición exacta indicada en los planos, por lo que conviene hacer calas para localizarla con exactitud.

Si existe alguna conducción que deba permanecer en servicio, durante la excavación se extremaran las precauciones para evitar dañarla, procediendo o bien a su apeo con tablones de madera o bien colgándola con cables.

También se deben considerar los riesgos que se pueden provocar a terceros y la atracción que tienen las obras para muchas personas, por lo que se deberán tomar medidas como cerramientos de obra, vallas de protección, no abrir pozos que queden abiertos fuera de horario de obra, etc.

Como en el resto de las unidades de obra, en el movimiento de tierras no debe improvisarse, hay que planificar y las operaciones deben dirigirlas al jefe de obra junto con el encargado, no como ocurre frecuentemente que es el propio maquinista el que organiza la excavación.

Además, es muy conveniente que el encargado revise todos los frentes de excavación al principio y al final de la jornada, para comprobar la estabilidad de los taludes y que todos los tajos se encuentran protegidos. Ya desde esta fase de obra debe haber una brigada de seguridad para el mantenimiento y reposición de las protecciones colectivas.

Como se decía anteriormente los terrenos no son homogéneos, por eso un “mismo” terreno puede tener un comportamiento completamente distinto a escasa distancia. Además, las condiciones externas a que se encuentran sometidos también pueden cambiar, por tanto como

medida preventiva siempre se dará en todas las excavaciones el talud adecuado.

Aunque técnicamente se puede realizar el corte de un terreno completamente vertical, esto desde la perspectiva prevencionista no es deseable. En caso de ser necesario, si no se puede hacer toda la excavación con talud, por ejemplo porque la expropiación realizada no lo permite, deberá al menos darle talud a la cabeza de la excavación, y se tomarán medidas para que los trabajadores permanezcan el menor tiempo posible junto al corte vertical del terreno.

Pero lo que completamente inaceptable es la creación de contra taludes, en cualquier clase de terreno, aunque sea necesario para su excavación utilizar martillos neumáticos las excavaciones deben realizarse siempre dejando el talud adecuado a la clase del terreno.

Se debe tener en cuenta que cuando se produce un desprendimiento sobre un trabajador, este puede morir no solo por asfixia, sino por aplastamiento. De la misma manera un operario puede fallecer por la caída de una piedra que no tiene porque ser de considerables dimensiones.

### **Seguridad en la Maquinaria**

Los principales factores por lo que se producen los accidentes con maquinaria en el movimiento de tierras, y contra los cuales tendremos que actuar son:

- Falla de adiestramiento del personal: algunos maquinistas no han recibido la formación y adiestramiento necesarios para el manejo de las máquinas.
- Utilización de la maquina por encima de sus posibilidades: existe la creencia que estas grandes maquinas tienen mucha estabilidad, que no pueden chocar debido a las escasas velocidades. Sin embargo, aunque es cierto que cuentan con una gran estabilidad, también tienen sus límites.
- Falla de mantenimiento: sin las reparaciones periódicas, son fuente de innumerables averías, y en muchos casos de accidentes.
- Condiciones climatológicas o ambientales: la lluvia, el polvo, etc. Pueden disminuir la visibilidad y provocar colisiones y atropellos. El ruido puede provocar que no se pueda advertir la presencia de algún riesgo.

Para evitar estos factores y disminuir los accidentes o al menos reducir sus consecuencias, los fabricantes de maquinaria incorporan sistemas de seguridad como son:

- Estructura de protección contra vuelcos o cabinas anticaídas de objetos.
- Cinturón de seguridad.
- Espejos retrovisores.
- Limpiaparabrisas.
- Parasoles.
- Señales acústicas y luminosas de marcha atrás.

- Alumbrado autosuficiente para trabajos nocturnos.
- Freno de emergencia para estacionamiento.
- Calzos para bloqueo de articulaciones y cucharas.
- Gatos de apoyo.
- Desconectador de batería.
- Indicadores de sobrecarga.
- Limitaciones de ángulo de seguridad.
- Extintor de incendios.
- Tiras antideslizantes para acceso a la cabina.

No obstante, además de estos mecanismos, la principal manera de evitar los accidentes es la mentalización de los operarios que intervienen en el proceso. Así se conseguirá, por ejemplo, que no se transporten operarios si los vehículos no tienen asientos acompañantes, etc.

Además, los trabajadores deben ser conscientes de que las máquinas pueden chocar, volcar y que las distracciones motivadas por el trabajo repetitivo son frecuentes. Además de que estas máquinas suelen tener multitud de ángulos muertos.

Una forma efectiva de evitar estos accidentes, es que los maquinistas antes de comenzar una maniobra o un movimiento imprevisto, avisen con la señal acústica.

De igual manera antes de reanudar los trabajos deberá cerciorarse de que no hay nadie en los alrededores de la máquina. Es frecuente sobre todo en zonas calurosas, que los operarios durante las pausas del

trabajo busquen la sombra que produce la maquinaria. Si el maquinista no advierte la presencia de estos operarios podrían provocarse atropellos.

Aunque la maquinaria lo permite, no se excavara por debajo de la base de apoyo, ni se excavara a tumbo, es decir provocando desprendimientos a base de socavar la base de los taludes.

Nadie permanecerá en el radio de acción de las máquinas, mientras estas se encuentran trabajando. También es conveniente que se respeten distancias de seguridad entre las máquinas y que estas aparquen o estacionen fuera de la zona de trabajo.

Es importante que la maquinaria sea revisada periódicamente siguiendo las instrucciones del fabricante para así mantener en perfecto estado de funcionamiento todos los sistemas de seguridad. Las reparaciones deben realizarse por personal especializado y siempre se realizaran con la maquina parada y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

Como en todas las unidades de obra, las protecciones personales también juegan un papel importante en la disminución de la siniestralidad laboral. El casco también es necesario en esta fase de la obra, ya que si bien es cierto que no puede caer nada del cielo, si puede proteger a los operarios del riesgo de proyecciones. Además de la imagen de empresa, en el casco de obras próximas a vías abiertas el

tráfico facilita la detección de los operarios por los usuarios de la carretera.

Las botas son necesarias, para prevenir pequeños accidentes como torceduras, etc., que si bien pueden no tener mucha gravedad, son en un conjunto frente de grandes pérdidas económicas para las empresas constructoras, como consecuencia de los días que permanecen de baja los trabajadores.

El cinturón antivibratorio disminuye la fatiga y por tanto contribuye a disminuir las posibilidades de accidente. Las mascarillas antipolvo evitan las afecciones respiratorias producidas por exposiciones prolongadas en ambientes polvorientos. No obstante en caso de producirse mucho polvo, es conveniente regar frecuentemente el terreno.

### **Proteccion de Vaciados**

Cuando se comience a planificar el trabajo tendremos que tener en nuestro poder información de las compañías suministradoras de la zona para proceder al desvío, protección o desmantelamiento de las conducciones.

Se planificará el trabajo de manera que no sean los maquinistas quienes dirijan las operaciones. Se considerarán los accesos al vallado de la obra, posibles demoliciones, situación de rampas, taludes necesarios, accesos al fondo del vaciado, etc.

Los operarios recibirán instrucciones para que si al excavar se encontrasen con variaciones de los estratos o de sus características,

cursos de aguas subterráneas, valores arqueológicos, etc., paren la obra al menos en este tajo y avisen a la jefatura de obra y a la Dirección Facultativa.

El vaciado se ejecutará por franjas horizontales de 1.50 metros, si se realiza a mano, o bien por franjas horizontales de 3.00 metros, si se ejecuta por medios mecánicos. En el segundo caso, en las zonas colindantes con medianerías, se dejará una berma de más de 1.00 metro de ancho, que se retirará a mano, antes de pasar al nivel inferior.

Antes de establecer los accesos al solar, se considerarán la situación de los vertederos, la circulación de las calles adyacentes, la forma geométrica de la obra, las zonas de talleres y acopios, la zona destinada a oficinas e instalaciones del personal, la situación de las acometidas, la posibilidad de cambiar los accesos en función de las fases de obra, etc.

Las entradas de obra serán independientes para vehículos y personas, y estarán debidamente señalizadas. Se preverá espacio suficiente en la salida de vehículos para que puedan maniobrar los camiones.

Los accesos del personal al fondo del vaciado podrán realizarse por escaleras de mano, ancladas en pie y cabeza, para alturas inferiores a 5.00 metros, para alturas comprendidas entre 5.00 y 7.00 metros se utilizarán escaleras de manos reforzadas en su punto medio, y para alturas superiores se utilizarán escaleras de tiros y mesetas, bien montadas sobre andamios tubulares o construidas en obra.

En función de la duración de la obra se colocará vallas tipo ayuntamiento, una blonda o si la obra es importante y tiene una larga duración se colocará una valla a base de cuadradillos metálicos y paneles de mallazo.

El vallado de cerramiento de obra debe tener una altura de 2.00 metros, y se situara como mínimo a 1.50 metros de la cabeza de la excavación. Las vallas que se pueden emplear pueden permitir la visibilidad o ser ciegas.

Entre las primeras están las mallas de acero galvanizado de doble torsión sobre postes metálicos, paneles móviles de mallazo sobre bloques de hormigón, mallas de plástico naranja de dos metros de altura, etc.

Entre las que no permiten la visibilidad están las de paneles de chapa galvanizada sobre postes metálicos, paneles y postes de hormigón y las realizadas con fábrica de bloques o de ladrillos.

Las vallas de protección de cabeza de vaciado deben ser rígidas, con 90 cm. de altura y tener suficiente resistencia para impedir la caída a distinto nivel, que si bien puede no ser de gran altura, habrá momentos en que se encuentren las esperas del muro de contención de tierras.

Esta valla deberá estar suficientemente retirada del borde para que no se provoque un desprendimiento de tierras en su colocación. En muchos casos no será necesario colocar una valla en todo el perímetro del vaciado, sino que será suficiente con cerrar el acceso a la cabeza del mismo.

La valla de protección del vaciado podrá construirse con tablonces de madera, con vallas tipo ayuntamiento ancladas al terreno con redondos corrugados verticales embutidos en el terreno y redondos horizontales.

Las rampas del vaciado deberán tener una pendiente máxima del 12% en tramos rectos, 8% en tramos curvos, un ancho mínimo de 4,50 metros para un solo sentido de circulación, talud lateral adecuado y 6,00 metros en un tramo horizontal antes de la salida de la obra, para que los conductores puedan observar el tráfico antes de su incorporación a la vía pública.

En casos concretos donde las dimensiones del solar no permitan las pendientes recomendadas, deberá recurrirse a mejorar la adherencia de la rampa a base de gravas, zahorras, trozos de ladrillos o bovedillas, etc., en estos dos últimos casos, deberán compactarse antes de permitir el paso de vehículos, para evitar pinchazos en las ruedas de los camiones.

### **Protección de desmontes**

Como en cualquier unidad de obra, antes de iniciar los trabajos se debe realizar un análisis previo de la situación, recabando toda la información posible sobre los servicios públicos afectados, construcciones, etc. Una vez recopilada toda la información se planificarán los trabajos y se decidirá la situación de las instalaciones de obra.

Teniendo en cuenta la amplitud de los tajos y la separación entre ellos, el encargado no puede estar supervisando los tajos como edificación, por lo que los operarios deben tener instrucciones concretas sobre su cometido y la forma de ejecutarlo, para evitar que estén deambulando por la obra o tomen iniciativas sobre lo que hay que hacer.

Resulta casi imprescindible, dada la separación entre los tajos, que el encargado, jefe de producción, jefe de obra y la oficina de obra se encuentren intercomunicados por radioteléfonos.

Los traslados de la maquinaria pesada se realizarán precedidos de coches pilotos, que respetarán las velocidades máximas autorizadas.

Antes del inicio del desmonte, se someterá a las laderas que quedan por encima a una revisión, eliminando las piedras que pudieran rodar con facilidad.

Es muy importante que el encargado realice una inspección visual de los tajos al inicio y final de la jornada, para garantizar la estabilidad de los mismos. Esta inspección es imprescindible cuando se interrumpan los trabajos durante más de un día y después de alteraciones climáticas como lluvias o heladas.

El refinado y saneo de las paredes ataluzadas debe realizarse para cada profundidad parcial menor de tres metros. Los círculos de la maquinaria, así como su radio de acción deben señalizarse, en la medida de lo posible, para conseguir que nadie permanezca dentro y evitar así que se produzcan atropellos y colisiones.

Los maquinistas deben recibir instrucciones para que antes de iniciar un movimiento imprevisto lo anuncien con una señal acústica. Así mismo, toda la maquinaria debe contar con señal acústica de marcha atrás, preferiblemente de las que adaptan su nivel sonoro unos decibelios por encima del ruido ambiente, de manera que cuanto mayor concentración de maquinaria se encuentre trabajando, mayor nivel acústico tendrá la señal, impidiendo así que pase desapercibida.

Las limitaciones de velocidad que se impongan a la maquinaria y vehículos de obra debe ser función de las condiciones de los tajos, número de personas, accesos, visibilidad, etc. Si las condiciones de visibilidad lo requieren, los vehículos circularan con las luces de cruce encendidas.

En terrenos donde se produce polvo, además de dotar a los trabajadores de mascarillas de polvo sencillas, deberá regarse la zona frecuentemente con la ayuda de un camión cisterna.

Todos los operarios que participen en el vaciado deben haber recibido instrucciones para que si existen variaciones de los estratos no previstas, o se realizan hallazgos arqueológicos, o aparecen conducciones, paren al menos en ese tajo las obras y avisen a la jefatura y a la dirección de la obra.

Es frecuente que alguna maquina quede atrapada en el barro y se suele sacar por medio de eslingas sujetas a otra máquina. Dada la dificultad de calcular el esfuerzo a que se van a someter a las eslingas, es

también frecuente su rotura, y que actúen como látigos, por lo que no debe permanecer nadie en las proximidades durante estas operaciones. Si va existir tráfico de personal cerca de la cabeza de algún talud, este debe protegerse por alguno de los sistemas que se describan en el apartado referente a vaciados.

También debe evitarse la circulación de vehículos cerca de las cabezas de los taludes, para evitar los efectos de sobrecargas y vibraciones. En caso necesario se establecerán desvíos por itinerarios alternativos, aunque tenga mayor longitud.

### **Proteccion de terraplenado y compactado**

Los accidentes durante el trabajo de terraplenado y compactado, se produce sobre todo por distracciones, ya que los trabajos son monótonos y repetitivos, produciéndose colisiones y atropellos.

Al igual que en los desmontes, es imprescindible que toda la maquinaria lleve incorporada una señal acústica de marcha atrás, preferiblemente de las que mantienen el nivel sonoro unos decibelios por encima del ruido ambiente.

También es necesario señalar en la medida de lo posible los recorridos de la maquinaria así como que los maquinistas reciban instrucciones para que al iniciar un movimiento imprevisto, hagan una señal acústica que avise de la maniobra.

Las descargas de los camiones en los terraplenados deben realizarse en sitios estables horizontales. Los vehículos no deberán aproximarse

demasiado a los taludes, debiéndose realizar el extendido con ayuda de un bulldozer.

Cuando sea necesario que algún vehículo o maquina se aproxime a taludes deberán disponerse de topes de seguridad, así como comprobar la resistencia del terreno para soportar el peso de la maquina o vehículo.

Si el terraplenado se realiza en laderas, debe contemplarse la posibilidad de caída de piedras por la ladera, por lo que deberán colocarse distintas barreras que lo impidan. Estas barreras pueden consistir en tablestacados a base de perfiles metálicos sujetos a zapatas de hormigón, embutidos en el terreno, o puede colocarse caballones de tierras.

Debe considerarse la posibilidad de que una piedra o un bolo al ir rodando por la ladera salte la barrera de seguridad, lo que debe prevenirse, bien aumentando la altura de la protección, o colocando dos barreras, un primer caballón de tierras y un tablestacado posterior.

Si los trabajos de desmonte y terraplenado se producen cerca o en una vía abierta al tráfico, las obras deberán señalizarse, defenderse y balizarse de forma adecuada.

Puede ser conveniente la creación de carriles de deceleración y aceleración para los vehículos de obra de manera que no realicen

maniobras que puedan confundir a los usuarios de la vía. Los accesos de la obra deben estar señalizados, facilitando si fuese necesario la entrada y salida de vehículos con ayuda de señalistas. Estos señalistas deberán utilizar casco y chaleco reflectante, para facilitar su detección a los conductores que circulen por la carretera. El resto de trabajadores también debe utilizar casco por el mismo motivo.

También es conveniente que los vehículos del personal de supervisión lleven una sirena luminosa, de manera que sean fácilmente identificables como vehículos de obra. Debe estudiarse en función del tipo, situación, duración de la obra, e intensidad de tráfico, la posibilidad de instalar una pasarela provisional para que los operarios puedan atravesar la calzada sin ningún tipo de riesgo. Los apoyos de esta pasarela deben protegerse con una blonda para evitar que una posible colisión de un vehículo pudiera hacerla caer.

Se estudiará la distribución de los tajos para evitar en los posibles que las maquinas entren y salgan frecuentemente a la vía pública.

El riesgo de proyecciones debe estar señalizado, independientemente de que limpie periódicamente la calzada de restos de materiales del desmonte o el terraplenado.

## **Empleo de Explosivos**

### **Generalidades**

Es de todo conocido la importancia que tiene el uso de los explosivos para el arranque de materiales. Ahora bien, el resultado que se

obtenga de la utilización de esta fuerza viene condicionado, en gran parte, por las características físicas de las rocas; de las cuales las más importantes son: dureza, tenacidad, blandura, fragilidad y plasticidad. Igualmente, tiene gran influencia la presencia de planos de estratificación, de exfoliación, de juntas, grietas etc. De ello se desprende que una roca puede reunir al mismo tiempo varios de los caracteres enunciados; así, puede ser dura y tenaz, o dura y frágil, frágil y blanda, etc.

Un explosivo es una mezcla o una combinación química capaz bajo ciertas condiciones, de modificar su estado y dar lugar a una explosión.

Generalmente el explosivo se transforma bruscamente por descomposición o por reacción química en una mezcla de gases fuertemente comprimidos. Esta compresión es debida por una parte, a la diferencia de volumen que existe, en las condiciones ambientales entre los gases y el explosivo inicial generalmente sólido, y por otra parte, a la elevación de la temperatura a causa de la reacción.

Después, los gases se desprenden violentamente, dando lugar a fenómenos mecánicos brutales, acompañados de una emisión de luz (llamas) y de una deflagración.

La gama de los explosivos que ofrece el mercado actual es muy amplia y cada uno de ellos responde a las necesidades que la construcción ha venido planteando. Es pues, primordial conocer las

características del explosivo que se utiliza si se quiere obtener el máximo rendimiento y evitar los fallos que no solamente dan lugar a efectos en el sistema previsto para la voladura sino que pueden producir desgracias personales.

La utilización de explosivos en la actualidad ha sufrido un incremento considerable. Este incremento ha tenido lugar por la mejora en la calidad de los mismos. Antaño, debido a su composición inestable, eran frecuentes los accidentes producidos por una explosión imprevista o prematura provocada por variaciones de temperatura, pequeñas corrientes erráticas, vibraciones, choques, electricidad estática y otras causas.

Aunque el número de accidentes ha disminuido notablemente en relación a las cantidades, consumidas, la utilización de explosivos supone el riesgo de accidentes muy graves y en la mayoría de los casos mortales. Por tanto, son necesarias grandes precauciones durante su manejo y utilización.

Las causas de accidentes más frecuentemente son:

- Desconocimiento.
- Exceso de confianza.
- Falta de precaución.
- Tiros fallados.
- Taladros más dirigidos.

Por ello, es de vital importancia disponer de un personal calificado tanto para el manejo de explosivos como para el manejo de máquinas perforadoras que conozcan las normas, las cumplan y eviten peligrosas acciones rutinarias.

### **Explosivos utilizados en las Obras**

#### **PÓLVORA NEGRA**

El más antiguo de los explosivos, la pólvora “M” o pólvora negra, está compuesta por una mezcla de salitre (nitrado potásico) que asume el papel de carburante, y de azufre y carbón, que actúan como combustible.

El volumen de gas desprendido es alrededor de 300 veces el de la carga. Es un explosivo lento. Se suministra de forma granulada (coeficiente de potencia 45) y en cartuchos cilíndricos (coeficiente de potencia 48).

#### **Pólvora marrón o supreguita**

La pólvora marrón es una mezcla de nitrado sódico que actúa como material comburente y de azufre y lignito como material combustible. Se suministra en cartuchos de pólvora comprimida y tiene un coeficiente de potencia 45.

#### **DINAMITA**

La dinamita es el explosivo más poderoso entre los que se emplean en las obras. Es una mezcla compuesta por nitrato sódico, nitroglicerina y un combustible carbonoso.

Tiene una elevada densidad, buena resistencia a la humedad y baja potencia a pesar de tener nitroglicerina, debido a que los demás componentes contribuyen muy poco en la energía de explosión.

### **NAGOLITA**

El componente principal es el nitrato amónico, al que se ha incorporado un combustible líquido (gas – oíl). La mezcla es perfectamente homogénea y no es posible posteriormente la segregación de los componentes, por lo que puede ser empleada después de un periodo normal de almacenaje.

Se recomienda su empleo en barrenos superiores a 45 mm de diámetro (grandes voladuras). Por ser un explosivo muy insensible debe ser iniciado enérgicamente con un cebo multiplicador, para lo cual debe emplearse un explosivo convencional. Por su escasa aptitud de propagación se suele utilizar cordón detonante de carga reforzada a lo largo del barreno.

El uso más común es el de carga de columna. Los fabricantes lo suministran en sacos o en cartuchos de 45mm o superiores.

### **GOMAS**

Son explosivos gelatinosos constituidos principalmente por nitroglicerina y nitrocelulosa. Pueden llevar además nitrato sódico o potásico y un combustible.

Las gomas son los explosivos comunes más potentes usados actualmente. Tienen una elevada sensibilidad, aptitud a la propagación y velocidad de detonación. Lo más característico de estos explosivos

son su consistencia plástica, gran densidad y elevada resistencia al agua.

Se usa frecuentemente para rocas duras como granitos, cuarcitos, etc. Tienen gran resistencia al agua, por lo que se emplean en barrenos inundados y voladuras submarinas.

### **GOMAS ESPECIALES**

Se diferencian de las anteriores en que, en lugar de llevar nitrato sódico o potasio, llevan nitrato amónico y menor proporción de nitroglicerina siendo más económica por unidad de potencia. La resistencia al agua es menor por ser el nitrato amónico muy hidroscópico y, por supuesto por tener menos cantidad de nitroglicerina. Sin embargo, puede utilizarse para la mayoría de los trabajos que se presentan en la práctica incluso en barrenos llenos de agua. Al igual que las gomas del grupo anterior poseen elevada potencia, velocidad de detonación y densidad. Conservando su consistencia plástica.

Se usan frecuentemente en rocas de consistencia media a muy duras. La goma IE – AGV está preparada para trabajos con grandes presiones de agua.

Está indicada también para las prospecciones sísmicas. La goma “E” rompedora tiene su principal aplicación para el taqueo de piedras gruesas sin necesidad de barrenar.

El resto de los explosivos de este grupo son los adecuados para la carga de fondo debido a su elevada densidad y potencia.

### **EXPLOSIVOS PULVERULENTOS**

Estos explosivos están constituidos por maltrato amónico y sensibilizado con pequeñas cantidades de nitroglicerina, trilita, o una mezcla de ambas. Su consistencia es pulverulenta y su resistencia al agua, velocidad de detonación y densidad, menores que los de las gomas.

Una de las principales características de estos explosivos es su escasa sensibilidad a los choques y fricciones, por lo que pueden considerarse de manejo muy seguro.

### **DETONADORES**

Son los artificios empleados para provocar la detonación de los explosivos. Se fabrican en dos clases, de acuerdo con la forma de encendido:

- Detonadores ordinarios.
- Detonadores eléctricos.

Los detonadores ordinarios son lo que se inician por medio de una mecha lenta. Están constituidos por un casquillo metálico de aluminio que contiene una carga base y otra primaria de un explosivo muy sensible.

El empleo de los detonadores de menor potencia se ha abandonado por completo como consecuencia de la tendencia a fabricar explosivos de menor sensibilidad o lo que es igual, el artificio iniciador ha visto

incrementada su potencia, siendo los menores 6 y 8 los únicos que se emplean normalmente.

Los detonadores eléctricos son los que para su encendido utilizan energía eléctrica. Están constituidos por una capsula metálica de cobre o aluminio, cerrada por un extremo y abierta por otro, en cuyo interior lleva un explosivo base o secundario, otro iniciador o primario y un inflamador.

El inflamador constituye el dispositivo eléctrico. Está formado por dos electrodos separados por una pieza de plástico, cuyos extremos están unidos entre sí por un filamento metálico calibrado, el cual está rodeado de una píldora o una cabeza de cerilla constituida por una serie de capas de distintas composiciones, que se inflaman con rapidez al ser atravesado dicho filamento por una corriente eléctrica de suficiente intensidad.

También hay otros detonadores para usos especiales, como trabajos submarinos, prospecciones sísmicas, minas de carbón, voladuras bajo presión de agua, etc.

Los detonadores se suministran con diferentes longitudes de hilo de acuerdo a las condiciones de su utilización.

Normalmente todos los detonadores eléctricos llevan un dispositivo especial que los hacen resistentes a las cargas electrostáticas.

Clasificación de los detonadores:

- Detonadores instantáneos.
- Detonadores de retardo.

- Detonadores de micro – retardo.
- Detonadores PA (bajo presión de agua).

### **MECHAS**

La mecha es el medio por el cual se transmite el fuego a una velocidad uniforme hasta el detonador o el explosivo que se pretende iniciar. Está constituida por un núcleo de la pólvora, especialmente fabricada para este propósito y a su vez rodeado de varias capas de hilados y materiales que están impermeabilizados haciéndolas resistente a la humedad, abrasión y esfuerzos mecánicos. El número y naturaleza de las sucesivas envueltas viene fijado por las condiciones de uso.

Las machas se suministran de diferentes calidades apropiadas para usos y trabajos diversos. Las mechas pueden ser: mecha lenta impermeable, mecha lenta especial y mecha lenta plastificada.

### **CORDÓN DETONANTE**

Es un cordón fuerte, flexible e impermeable; portador de un explosivo de alta velocidad. Su diferencia con la mecha de seguridad es que detona, en lugar de arder, con una velocidad aproximada de 7.000 metros por segundo.

Posee la ventaja sobre los detonadores de que carece de su mecanismo eléctrico, por lo que todos los peligros derivados de la electricidad desaparecen, siendo por tanto, mayor su seguridad de manejo.

Su estructura está constituida por un núcleo central de un explosivo rodeado de varias envueltas de papel o plástico y fibras textiles con un recubrimiento exterior de cloruro de polivinilo.

El explosivo que forma; su núcleo es el tetranitrato de pentartrita conocido en el mercado con el nombre de pentrita (PETN). Tiene un gran poder rompedor y es capaz de iniciar cualquier explosivo en contacto con él. Estas características, junto con su alta velocidad hacen de la pentrita el explosivo ideal para el cordón detonante. El cordón detonante sustituye eficazmente a los detonadores en su misión de iniciar el explosivo. Puede ramificarse con longitudes adicionales por medio de conexiones sencillas, formando una red que hace detonar a todos los explosivos colocados en contacto con él. Preparada la carga, se da fuego al cordón por medio de un detonador ordinario o eléctrico colocado en uno de sus extremos.

Los trozos sobrantes de cordón detonante pueden empalmarse sin inconveniente alguno teniendo en cuenta que los solapes de los mismos, no serán inferiores a 10 centímetros. Para la carga de un barreno, se sujeta el cordón detonante a la carga de fondo o cartucho perforándolo con un punzón de madera. Una vez que se ha comprobado que el barreno está libre de obstáculos que impiden el deslizamiento del cartucho, se introduce el mismo. A continuación se cargan los restantes cartuchos y se verifica el atacado procurando que el cordón quede tenso durante la operación.

En el caso de varios tiros simultáneos, se extiende un ramal de cordón detonante, llamado principal, a lo largo de la boca de los barrenos y a él se van haciendo las conexiones de los ramales que van a las cargas. La dirección de los ramales secundarios debe ser la misma que la

dirección del fuego que lleva el ramal principal; el empalme en la dirección contraria puede provocar el arranque del ramal sin comunicarle el fuego.

### **Cebado y Conexión**

En este apartado se describe la forma de unir el detonador al cartucho y modo de efectuar las conexiones. El sistema es solamente aconsejable en aquellos casos voladuras con un determinado número de detonadores que supere la capacidad de los explosores convencionales.

Debe advertirse la conveniencia de que el cebado de los cartuchos se realice inmediatamente antes de la carga. El detonador se introduce en uno de los extremos del cartucho cebo, el cual se ha perforado con un punzón adecuado siempre de madera.

Tiene que cuidarse que el detonador quede completamente cubierto por la pasta explosiva, haciendo un lazo con los hilos conductores alrededor del cartucho para evitar que durante la carga salga el detonador de su alojamiento.

El cartucho cebado puede colocarse en el extremo anterior o posterior de la carga, pero, en cualquier caso, el fondo del detonador debe estar dirigido hacia la masa principal del explosivo.

Durante la introducción de los cartuchos en los barrenos, deben mantenerse los hilos de los detonadores tirantes, para evitar posibles roturas o deterioro del aislamiento por abrasión. La unión de los hilos

conductores debe hacerse de manera que las conexiones efectuadas garanticen un buen contacto en todos los puntos del empalme.

Tiene que evitarse que los empalmes estén en contacto con el terreno ya que en determinadas condiciones pueden producirse derivaciones capaces de originar el fallo de algunos detonadores. Debe prestarse especial atención al aislamiento de los empalmes en voladuras de minerales conductores o en lugares húmedos.

### **Comprobacion de Circuitos**

Por razones de seguridad y económicas; antes de efectuar una voladura es necesaria comprobar el circulo eléctrico con gran meticulosidad utilizando un óhmetro adecuado, que además de indicar la continuidad del circuito, mida la resistencia eléctrica.

El uso del galvanómetro es incorrecto pues solamente indica que el circuito está cerrado, pero no detecta la posible existencia de los detonadores no conectados.

El óhmetro es un comprobador adecuado, ya que permite contrastar el valor de la resistencia real del circuito con la calculada teóricamente. Cuando estos dos valores resulten apreciablemente diferente, no hay duda de que existe una anomalía en el circuito que es necesario localizar y por lo tanto subsanar.

La verificación del circuito eléctrico comprobara la línea de tiro, circuito de voladura y conexión completa. En la línea de tiro debe verificarse su continuidad y su aislamiento.

Para comprobar la continuidad se unen los dos terminales de un extremo cable, conectándose los dos del otro, extremo al óhmetro y se mide la resistencia. El aislamiento se prueba separando los terminales del 4extremo opuesto al óhmetro, debiendo marcar este una resistencia infinita.

Comprobada la línea de tiro, se conecta al circuito de voladura y se realiza una nueva comprobación del circuito total desde un lugar seguro o desde el punto que se tendrá que accionar el explosor.

Antes de realizar estas mediciones, todo el personal de la zona que cubra la proyección deberá retirarse a un lugar protegido. Los aparatos utilizados para comprobación deben estar diseñados de tal modo que la intensidad de salida, no exceda de 0.025 amperios y la corriente del cortocircuito ha de ser inferior a 0,050 amperios.

Las pequeñas variaciones en la resistencia total motivadas por alteraciones en los hilos de conexión, empalmes, anomalías que afectan a uno o dos detonadores, etc. No pueden detectarse en una conexión en serie. Pero si afectan a varios de ellos, se apreciara debido a que la resistencia del conjunto será sensiblemente diferente a la prevista. En caso de discontinuidad, la resistencia será infinita.

### **Empleo de Explosivos**

Conocida la composición y características de los explosivos, trataremos a continuación de la pega, fallo de esta y la destrucción de los mismos.

## **PREPARACIÓN DE LA PAGA**

La preparación de la paga comprende los siguientes apartados perforación, preparación de cebos, carga, retacado y disparo.

La perforación de la ejecución del orificio en la roca. Los barrenos deben estar dispuestos y ordenados de manera que no se pueden nunca interferir con barrenos ya cargados o que estén cargándose con tiros fallidos, con barrenos reventados o con fondos de barrenos.

El diámetro del barreno debe ser ligeramente superior al grueso de los cartuchos utilizados. Un atacador calibrado permite la comprobación.

Antes de la carga, debe limpiarse el barreno para quitar restos de cualquier naturaleza que pueda contener, quedando prohibido introducir cartuchos por la fuerza igualmente está prohibido fumar durante la carga.

El retacado debe ser ejecutado cuidadosamente utilizando materiales apropiados. Para el cebado al detonador debe colocarse en uno de los extremos de la carga, ya sea del lado del retacado (cebado anterior) ya sea en el fondo del barreno (cebado posterior). Cualquier otra posición está prohibida.

El disparo de los tiros debe hacerse bajo la supervisión del jefe del tajo, el cual antes del disparo tendrá en cuenta lo siguiente:

- Asegurarse de que en las proximidades no queda ningún explosivo ni artículo.
- Determinar los puntos de refugio para que nadie pueda recibir proyecciones directas o indirectamente.

– La comprobación de la línea de tiro no debe tener lugar antes que el personal que trabaje en el frente de ataque o en las proximidades este totalmente puesto a cubierto. La comprobación debe hacerse desde el puesto de disparo y nunca cerca del frente. El comprobador deberá estar especialmente previsto para este uso.

– Anunciar la pega mediante una sirena o cualquier otro tipo de señal acústicas capaz de hacerse oír a más de 500 m y dando un tiempo entre la señal y el disparo de cinco o diez minutos.

### **Medidas a adoptar después del disparo**

Cualquiera que sea el método de encendido que se utilice, el personal debe permanecer a cubierto y fuera de la zona de peligro, al menos durante cinco minutos después de la pega.

Esta espera ha de ser de 30 minutos para los tiros de mecha lenta, en los tres casos siguientes:

- Cuando se emplean cajas de empalme.
- Si la voladura es de más de ocho barrenos.
- Si el número de explosiones producidas no se han oído con claridad.

Transcurrido el tiempo estipulado, el jefe del tajo será el primero en volver a la zona de voladura.

Como medidas de seguridad en ningún caso se deberá intentar encender de nuevo una mecha apagada ni extraer cartuchos fallidos bajo ningún concepto.

## **Prevención y control de Riesgos en la Construcción En la Presa El Porvenir - Casapalca**

### **Materiales que conforman la Presa**

#### **MATERIAL DE CANTERA**

El sitio donde se ubica la presa presenta condiciones geológicas-geotécnicas favorables para la extracción de suelos gravo-limosos con arenas, de buena gradación y poco contenido de finos, menor de 10% clasificado como GW-GM, material muy adecuados para la construcción del dique principal de la presa de relaves.

En las laderas aguas arriba de la ubicación de la presa se presentan potentes depósitos de suelo a utilizarse, denominado Cantera no. 2 en el Plano de Zonificación, GE-1 y Foto no. 2. Ensayos de refracción sísmica (ver líneas J, K e I), indican potentes capas de suelos con velocidades de onda P que alcanzan valores de 1500 m/seg, en espesores que superan los 20 metros de profundidad (capas superficiales con coloración azul).

Los materiales que conformarán el cuerpo de la presa son de origen coluvial y fluvio-glacial, clasificados como grava limosa con arena, estos se encuentran en el flanco derecho de la presa y son bancos de espesor considerable, estos serán transportados, nivelados y compactados en lugar de emplazamiento de la presa.

Solamente el aprovechamiento de materiales sueltos, alcanza un volumen de un millón de metros cúbicos y el volumen adicional explotable suma 1.6 millón de metros cúbicos más, volúmenes que garantizan la construcción del dique. Se debe indicar que solamente se ha evaluado con los ensayos geofísicos solamente una parte del extenso depósito coluvial. Ver Foto 2.

El material de cantera se colocará en capas de 30 a 40 cm. Es fácilmente compactable, debido a sus características granulométricas y de baja plasticidad, con rodillo pesado vibratorio de 10-12 ton de peso.

Los parámetros de resistencia fueron obtenidas mediante pruebas de resistencia de compresión triaxial en condiciones consolidadas-drenadas, con presencia de gravas de  $T_{\text{máx}}=3/4''$ . En ángulo de fricción,  $\phi'$  arrojado fue de  $43.3^\circ$  y la cohesión del ensayo,  $c=0.37$  kg/cm<sup>2</sup>.

El material de cantera presenta excelentes características físicas y mecánicas.

Permeabilidad	: media, $k=3.5 \cdot 10^{-4}$ cm/seg
Resistencia	: buena a alta
Cohesión	: buena, valor mínimo 20 kPa
Fricción	: alta, valor mínimo: $42^\circ$
Peso unitario	: adecuado, 2.0 – 2.2 ton/m <sup>3</sup> .
Tamaño máx. de partículas	: 3 pulgadas.

El material de cantera que conforma el dique principal será compactado hasta alcanzar una densidad equivalente al 90% de la Máxima Densidad Seca del ensayo Proctor Modificado. La humedad de compactación será equivalente al Optimo Contenido de Humedad  $\pm 2\%$ .



Foto 4. Area de Cantera no. 2. Depósitos Coluviales.

La cantera no. 1 ubicada en el Plano de Zonificación Geotécnica GE-1 se evaluó de manera preliminar. Esta cantera está conformada por gravas limpias, GP de tamaño uniforme. Esta cantera no será utilizada por estar fuera del área de concesión, sin embargo, posee también un gran volumen de materiales granulares, para el cuerpo y material del filtro.

## **MATERIAL PARA FILTRO EN SUB-DREN**

El material para la conformación del sub-dren lo constituyen gravas de forma sub-angulosas a sub-redondeadas de tamaños que varían desde ½” a 3”, ubicados en la margen derecha de la quebrada. El material no deberá contener finos, por lo que se recomienda el lavado, caso sea necesario.

Los materiales que conforman el sub-dren será envueltos por una superficie de geotextil no tejido, para evitar su colmatación y por tanto la pérdida de capacidad drenante del mismo.

### **Estabilidad Fisica**

Los análisis de estabilidad se han realizado utilizando la metodología de equilibrio límite y el método riguroso de Spencer, 1966.

Se han considerado las condiciones de presiones de poros más desfavorables, esto es, considerar la presencia de un nivel freático deprimido en el cuerpo de la presa a pesar de la ubicación de una manta impermeable o geomembrana en el talud posterior o “aguas arriba” extendiéndose la manta hasta 60 metros aguas arriba del vaso.

Se ha utilizado el Programa SLOPE que permite la presentación gráfica de la superficie de falla más desfavorable y la geometría de la presa. En el Anexo 4 se presentan los resultados de los análisis realizados.

El dique principal de la presa de relaves no. 4 alcanzará la cota 4765 m.s.n.m, con una altura máxima de 67 metros y una longitud de 748.50 metros. El talud “aguas abajo” del dique principal estará

conformadas por 05 banquetas con talud 1.5H - 1.0V y el talud “aguas arriba” 1.3H - 1.0V.

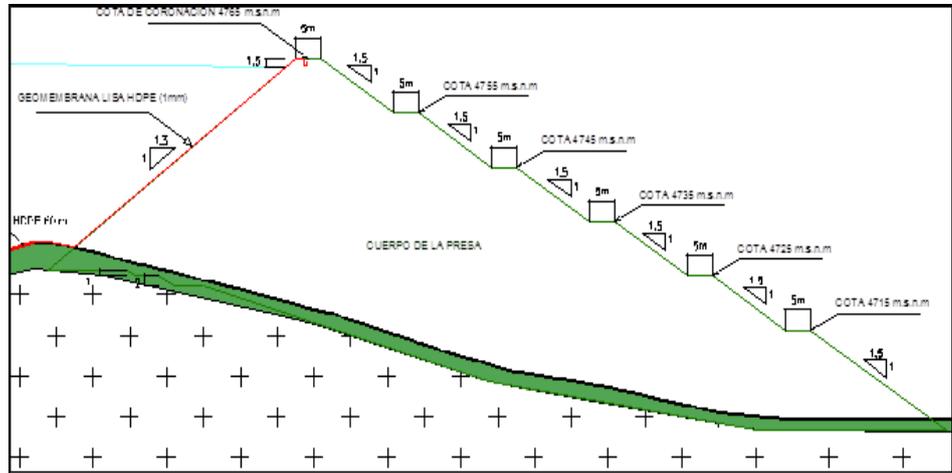


Fig. 3: Sección Transversal de la Presa.

La cresta de la presa tiene un ancho de 5m, las banquetas son de 10m de altura y estarán separados por bermas de paso de vehículos pesados de 5m de ancho. Las bermas se utilizarán como camino de acceso y tendrá espacio suficiente para colocar las cunetas de evacuación de aguas pluviales.

Los factores de seguridad alcanzados para la presa proyectada a la cota 4765 m.s.n.m son:

#### ESTABILIDAD FISICA: COTA 4765

Condición	Factor de Seguridad
Estática	2.08
Seudo-estática	1.40

Los resultados indican que los valores de los factores de seguridad están por encima de los valores mínimos exigidos. Las superficies

potenciales de falla son del tipo de pie de talud. En LA Figura 4, se presentan los resultados de análisis de estabilidad.

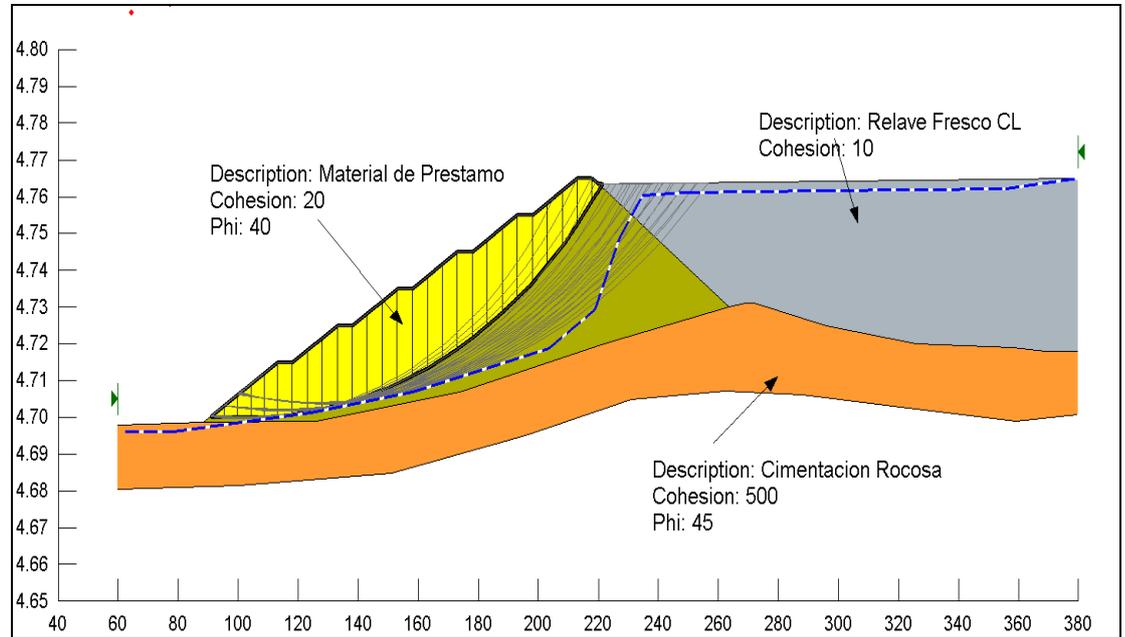


Fig. 4 Resultado de análisis de estabilidad de la presa de relaves – Expediente técnico de la presa de relaves

### Capacidad de Almacenamiento en la Presa

Para el diseño propuesto, se deberá seguir un proceso de vertidos que se inicia considerando como puntos de emisión la cresta de la presa. La forma de emisión de los relaves vertidos genera un espejo de aguas decantadas en el fondo del vaso junto con una pendiente en esa dirección.

Una vez agotada la capacidad de almacenamiento, se optará por cambios los puntos de emisión, esta vez en el fondo del vaso, de tal manera que el espejo de aguas decantadas se alejen del fondo del vaso para aproximarse al dique. La pendiente que dejará los relaves así vertidos se invertirá en esta segunda etapa de emisión. De esta manera

se habrá optimizado el vertido de los relaves, consiguiendo una máxima capacidad de almacenamiento.

El área final de vaso alcanzará un estimado de 120 Has y un volumen de almacenamiento de 50'000,000 m<sup>3</sup>. Con estas cifras, considerando una producción en la Planta Concentradora de 5,000 TMD se tiene una vida útil de 40 años.

El balance de aguas de la operación de la Planta Concentradora requiere definir la pérdida de agua resultado de la deposición de relaves frescos en el vaso, relaves que quedan almacenados de manera indefinida.

La pérdida de agua será la diferencia del contenido de agua en el relave fresco depositado y el contenido de agua en la roca mineralizada que ingresa a planta.

**Datos Iniciales y Cálculo de la pérdida en función del contenido de Humedad:**

Humedad de Roca Mineralizada que ingresa a Planta:	3-5% (1)
Humedad de relaves depositado:	30-60% (2)
Variación de Humedad (1) –(2):	50%
(promedio)	

**Calculo de Agua Perdida expresado en litros/seg**

Considerando una producción diaria de 5,000 TMD se tendrá un volumen de agua perdida por día de 2,500 ton ó m<sup>3</sup>. Dividiendo el volumen de agua diario entre el tiempo en segundos se tiene un valor de pérdida de agua de 28.9 litros/seg.

Se debe indicar que el agua ocupará los vacíos de la estructura suelta que presenta el relave saturado en el vaso.

### **Análisis del riesgo**

El análisis o evaluación de riesgos se define como el proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de efectos adversos en la seguridad, en la salud, en el medio ambiente y en el bienestar público, durante un lapso específico, determinando en este caso por el periodo de ejecución y operación del proyecto.

Para un adecuado análisis de riesgos se debe considerar esencialmente la naturaleza del riesgo, su facilidad de acceso o vía de contacto (posibilidad de exposición), las características de sector o población expuesta (receptor), la posibilidad de que ocurra la magnitud de exposición y sus consecuencias, para así definir medidas adecuadas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar.

### **Medición del riesgo**

Una vez que el riesgo ha sido identificado y clasificado, el siguiente paso a seguir, es determinar el método adecuado para el tratamiento del riesgo.

Particularmente la decisión de transferir o no transferir un riesgo, depende de consideraciones relacionadas con la magnitud de pérdida que represente dicho riesgo, por eso es importante medir el riesgo y así saber que técnica de tratamiento o manejo a utilizar.

La gerencia de riesgos es el proceso sistemático para identificar, analizar y responder al riesgo del proyecto; incluye maximizar la probabilidad y consecuencias de eventos positivos así como también minimizar la

probabilidad y consecuencias de eventos adversos a los objetos del proyecto.

El riesgo del proyecto es un evento o condición incierta que, si ocurre, tiene un efecto positivo o negativo en un objetivo del proyecto. Un riesgo tiene una causa y, si ocurre, una consecuencia.

El riesgo del proyecto incluye tanto amenazas a los objetivos del proyecto como oportunidades para mejorar estos objetivos. Tiene sus orígenes en la incertidumbre que está presente en todos los proyectos. Los riesgos conocidos son aquellos que se han identificados y analizado y puede ser posible hacer un plan para ello. Los riesgos desconocidos no pueden ser manejados, aunque los gerentes del proyecto pueden administrarlos con la aplicación de una contingencia general basadas en experiencias pasadas de proyectos similares.

Es una función de la gerencia el hacer evaluaciones regulares y efectivas del rendimiento ejecutivo. Las fortalezas y las debilidades de un gerente de riesgo y su rendimiento deben de ser analizados para que exista un mejoramiento continuo. Como una evaluación requiere encontrar los medios para determinar que tan bien los objetos del gerente de riesgos son alcanzados. Estos implican que los objetos por si mismos deben ser claramente establecidos desde el principio, para que el gerente de riesgo pueda ser evaluado y sobre todo que factores en su rendimiento pueden ser juzgados y recompensados.

El PMBOK. Provee una estructura básica para el entendimiento de la gerencia de proyectos y del ambiente en los que opera el proyecto. Entrega

una vista generalizada de cómo varios procesos de gerencia de proyectos actúan recíprocamente.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **2.1. Situación problemática**

En la actualidad, el tema de Gestión de Riesgos, un aspecto preponderante y de vital importancia en la construcción, dado el crecimiento de las construcciones en zonas de riesgo, el tema de construcción de estructuras de presas de relaves son variadas, tanto en publicaciones, revistas y congresos Nacionales; sin embargo el presente trabajo de tesis se basa en la aplicación de los temas de la gestión de riesgos al tema de la Gestión de Riesgos en la construcción de la presa de relaves El Porvenir - Casapalca.

### **2.2. Formulación del problema**

En épocas de producción minera, los pobladores de los Centros Poblados de Casapalca, y otros centros poblados de menor importancia, ven afectados sus productos diferentes productos agrícolas, a demás de poner en riesgo sus propias vidas debido a la contaminación que ocasionan los Relaves.

Con una adecuada Gestión de riesgos; se minimizarían a cero los daños, así como reducirían tanto los tiempos y costos de construcción, pudiendo operar la presa de relaves de manera segura durante todos los meses del año.

#### **2.2.1 Problema general**

¿En que medida la metodología de análisis y gestión de Riesgos aplicado a la construcción de la Presa de Relaves Casapalca, evitara los daños y posibles fallas estructurales teniendo en cuenta los peligros existentes?.

Al estar prevenidos podemos minimizar sus efectos, incidiendo en un buen comportamiento de la construcción, la seguridad, la salud, medio ambiente y en el bienestar de los trabajadores, durante el periodo de ejecución y operación de la Presa Casapalca.

### **2.2.2 Problema específico**

¿ Como determinar las técnicas para minimizar los riesgos de seguridad y medio ambiente?

## **2.3. Delimitación del problema**

- Delimitación social y conceptual

La limitación en la presente tesis se enfoca a la falta de información bibliográfica, internet, revistas y asesoramiento profesional sobre el método de construcción debido a que es una construcción no convencional.

## **2.4. Justificación e importancia de la investigación.**

### **2.4.1 Justificación**

La presente tesis se justifica en proporcionar un método que ayude a reducir los riesgos generados en el proyecto del recrecimiento de la presa de relaves aplicando metodologías para hacer más eficiente y eficaz la gestión del Proyecto de construcción de la referida Presa, que por extensión sería de gran utilidad para cualquier tipo de empresa.

### **2.4.2 Importancia.**

Estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento, la magnitud probable de efecto adverso que este tenga, en la seguridad, en la salud, en el medio ambiente y en el bienestar de los trabajadores, durante el periodo de ejecución y operación de proyectos de construcción de la presa;

minimizando los efectos financieros de pérdidas accidentales. Considerando esencialmente la naturaleza del riesgo, accesos, las características de sector de la población expuestas, la posibilidad ocurrencia, magnitud de exposición y sus consecuencias, para así definir medidas adecuadas que permitan minimizar los impactos que se puedan generar en las partidas de ejecución de la presa de relaves Casapalca.

## **2.5. Objetivo de Investigación**

### **2.5.2 Objetivo General**

- Presentar una metodología, referidos al análisis de riesgos; orientadas a evitar daños en estructuras similares, teniendo en cuenta los peligros existentes.
- Incrementar la competitividad tanto de la empresa a cargo de la construcción, así como también de las empresas constructoras de la región, mejorando su productividad.

### **2.5.3 Objetivo específico**

- Minimizar los efectos de los riesgos, incidiendo en un buen comportamiento de la estructura, repercutiendo en la seguridad, la salud, medio ambiente y en el bienestar de los trabajadores, durante el periodo de ejecución y operación de la Presa de Relaves Casapalca.
- Mitigar el Impacto ambiental, así como el ahorro en costos operacionales del proyecto.

## **2.6. Hipótesis de investigación**

### **2.6.1 Hipótesis general o principal**

Al determinar el análisis de la gestión de riesgos; se minimizarían a cero los daños, así como reducirían tanto los tiempos y costos de construcción, pudiendo operar la presa de relaves de manera segura durante todos los meses del año.

### **2.6.2 Hipótesis específicas**

Al determinar la gestión de riesgos de la presa Aplicación de la metodología PMBOK, para hacer más eficiente y eficaz la gestión del Proyecto de construcción de la referida Presa, que por extensión sería de gran utilidad para cualquier tipo de empresa.

La Identificación de los riesgos del proyecto con el Iper Continuo establecido por el DS 024 nos ayudara a la evaluación parcial y total de cada peligro identificado.

## **2.7. Variables de investigación**

### **2.7.1 Identificación de Variables**

#### **• Variable independiente**

La variable independiente en la presente investigación son las matrices del Iper continuo que nos ayudara a identificar los peligros y evaluar los riesgos dando a realizar controles según la matriz indicada, se realizan tablas cuantitativas y cualitativas de los riesgos identificados.

Variable	Indicador	Índice	Instrumento
Análisis cualitativo de la presa	Matriz de impacto y probabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de peligro</li> <li>• Análisis del riesgo</li> <li>• Valoración del riesgo</li> <li>• Evaluación de riesgos</li> <li>• Control del riesgo</li> <li>• Diagrama de riesgos identificados</li> <li>• Planificación de respuesta a los riesgos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablas de riesgos identificados (probabilidad, consecuencias y magnitud de riesgo)</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de probabilidad e impacto.</li> </ul>
Método de Identificación de peligros y evaluación de riesgos	matriz de iperc - línea base	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de peligros</li> <li>• Evaluación de riesgos</li> </ul>	Tablas del iperc Línea base
Identificación de los riesgos, para su posterior respuesta, aplicando la ley de Pareto.	Identificación de Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Eliminar el riesgo (Evitar, tratando de eliminar la incertidumbre)</li> <li>b) Mitigar el riesgo reduciéndolo a un nivel aceptable.</li> <li>c) Transferir el riesgo, a un tercero.</li> <li>d) Aceptar el riesgo, reconociendo la existencia de riesgos residuales.</li> </ul>	Tabla de aplicación del impacto y probabilidad
Guía del PMBOK del PMI	Análisis cualitativo de riesgos, Respuesta a los riesgos.	identificar riesgos, analizar riesgos, planificar la respuesta a riesgos y asignar riesgos	Formatos para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos

• **Variable dependiente**

La variable dependiente en la presente investigación es la gestión de riesgos, donde se utilizara método para poder identificar los peligros y la evaluación del riesgo.

<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>	<b>Instrumento</b>
Gestión de riesgos	matriz del iperc continuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de peligros</li> <li>• Evaluación de riesgos</li> </ul>	Tablas del iperc Linea base

Fuente: propia

- **Variable interviniente**

### 2.7.2 Operación de variables

- **Variables**

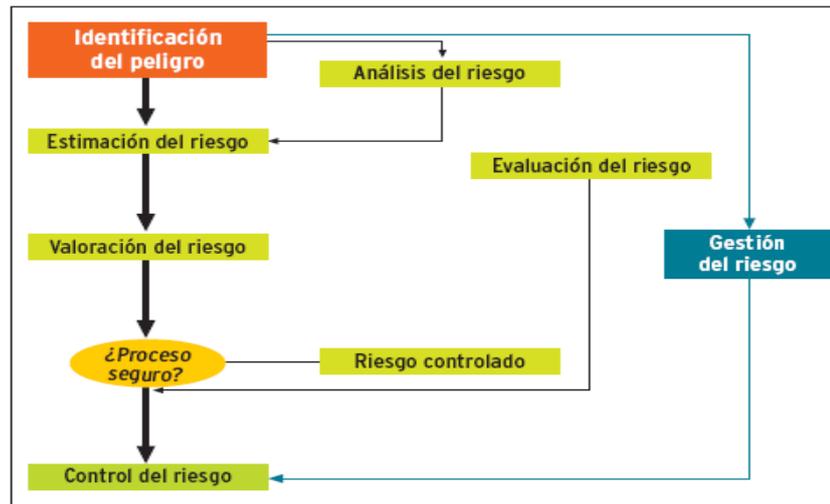
Variable dependiente: características que evalúan los peligros identificados en la matriz de riesgos y peligros.

Variable independiente: la evaluación de peligros dan como resultado a la valuación de riesgos que nos determina en realizas controles para eliminar u bajar la probabilidad que suceda un incidente y/o accidente.

- **Definición de variables**

- **Iperc Línea base:** Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos conocidas por sis siglas IPERC es una metologia sistemática y ordenada para mitigar y evitar riesgos. Es una de las más usadas en l empresa minera.
- **Peligro:** Situación o característica intrínseca de algo capaz de ocasionar daños a las personas, equipos, procesos y ambiente.
- **Riesgo:** Probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y al ambiente.
- **Tarea:** Es una parte específica de la labor asignada
- **Zonas de Alto Riesgo:** Son áreas o ambientes de trabajo cuyas condiciones implican un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador.
- **Indicadores**

A. **Ipec Línea base:** Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos conocidas por sus siglas IPERC es una metodología sistemática y ordenada para mitigar y evitar riesgos. Es una de las más usadas en l empresa minera.



**Controles de riesgo:** es el proceso de toma de decisión, basado en la información obtenida en la evaluación de riesgo. Se orienta a reducir los riesgos, a través de proponer medidas correctoras, exigir su cumplimiento y evaluar periódicamente su eficacia. (DS. N°055-2010-EM, Artículo 7)

Para el uso del IPEC Línea base se tienen las Jerarquía de controles siguientes:

- a) **Eliminación:** Modificar un diseño para eliminar un peligro, cambios en el proceso productivo que eviten la presencia de una sustancia peligrosa.

- b) **Sustitución:** Sustituir un material por otro material peligrosos, cambiar la mera como se realiza un trabajo a fin de que sea más segura.
- c) **Controles de ingeniería:** Mantener los peligros fuera de la zona de contacto del trabajador, proteger o instalar sistemas para la protección de maquinarias y/o personal de trabajo.
- d) **Señalización, advertencias y/o controles administrativos.** Colocar señales de seguridad procedimientos (PETS), inspección de equipos, capacitaciones, permiso de trabajos, **controles de accesos y otros que permitan realizar un trabajo controlado.**
- e) **Equipos de protección personal.** Usar equipos de protección personal (EPP) adecuado para el tipo de actividad que se desarrolla en cada actividad o tarea.

**RIESGO = SEVERIDAD X FRECUENCIA**

**Frecuencia:** es la cantidad de veces que se presenta en un evento específico por un periodo de tiempo dado.

**Severidad:** es la consecuencia de un evento específico y representa el costo del daño, pérdida o lesión.

MATRIZ BÁSICA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS													
<b>SEVERIDAD</b>	Catastrófico	1	1	2	4	7	11	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA</b>			
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16				ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	Permanente	3	6	9	13	17	20				MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
	Temporal	4	10	14	18	21	23				BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES
	Menor	5	15	19	22	24	25						
			A	B	C	D	E						
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda						
			<b>FRECUENCIA</b>										

Fuente: Matriz del Ipec Línea base – DS. 024 – 2016

<b>SEVERIDAD</b>	<b>CRITERIOS</b>		
	<b>Lesión personal</b>	<b>Daño a la propiedad</b>	<b>Daño al proceso</b>
Catastrófico	Varias fatalidades. Varias personas con lesiones permanentes.	Pérdidas por un monto mayor a US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de 1 mes o paralización definitiva.
Mortalidad (Pérdida mayor)	Una mortalidad. Estado vegetal.	Pérdidas por un monto entre US\$ 10,001 y US\$ 100,000	Paralización del proceso de más de 1 semana y menos de 1 mes
Pérdida permanente	Lesiones que incapacitan a la persona para su actividad normal de por vida. Enfermedades ocupacionales	Pérdida por un monto entre US\$ 5,001 y US\$ 10,000	Paralización del proceso de más de 1 día hasta 1 semana.
Pérdida temporal	Lesiones que incapacitan a la persona temporalmente. Lesiones por posición ergonómica	Pérdida por monto mayor o igual a US\$ 1,000 y menor a US\$ 5,000	Paralización de 1 día.
Pérdida menor	Lesión que no incapacita a la persona. Lesiones leves.	Pérdida por monto menor a US\$ 1,000	Paralización menor de 1 día.

Fuente: Matriz del Ipec Línea base – DS. 024 – 2016

I	CRITERIOS	
	FRECUENCIA (PROBABILIDAD)	Probabilidad de frecuencia
Común (muy probable)	Sucede con demasiada frecuencia.	Muchas (6 o más) personas expuestas. Varias veces al día .
Ha sucedido (probable)	Sucede con frecuencia.	Moderado (3 a 5) personas expuestas varias veces al día.
Podría suceder (posible)	Sucede ocasionalmente.	Pocas (1 a 2) personas expuestas varias veces al día. Muchas personas expuestas ocasionalmente .
Raro que suceda (poco probable)	Rara vez ocurre. No es muy probable que ocurra.	Moderado (3 a 5) personas expuestas ocasionalmente .
Prácticamente imposible que suceda.	Muy rara vez ocurre. Imposible que ocurra.	Pocas (1 a 2) personas expuestas ocasionalmente.

**Fuente:** Matriz del Ipec Línea base – DS. 024 – 2016

**B. Guía del PMBOK del PMI** enfoca Para la implementación de la gestión de riesgos en la planificación de riesgos de ejecución de obras nos detalla en la modificación a la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado,<sup>1</sup> y a su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 350-2015-EF en los contratos de obra se deben identificar y asignar los riesgos previsibles de ocurrir durante la ejecución de la misma. Dicho análisis forma parte del expediente técnico y se realizará conforme a las directivas que se emitan, la implementación de la gestión de riesgos busca incrementar la eficiencia de las inversiones en las obras públicas. Ahora, para facilitar la aplicación de este aspecto de la reforma, OSCE publicó la

Directiva N° 012-2017-OSCE/CD según la cual, el enfoque integral de gestión de riesgos abarca cuatro procesos conforme a la Guía del PMBOK del PMI (identificar riesgos, analizar riesgos, planificar la respuesta a riesgos y asignar riesgos). Dicha Directiva incluyó además los formatos que debían utilizarse para el registro de riesgos

### **III. ESTRATEGIA DE METODOLOGÍA/METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1 Tipo, Nivel y diseño de investigación**

- Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo y explicativo porque plantea lo más relevante de hechos o situaciones que abordan en cada tarea o actividad de trabajo, enfocándose en una investigación explicativa nos permite ampliar las causas que pueden acontecer en la actividad de trabajo estableciendo conclusiones de la investigación y se enfoca en dar solución a un problema existente, para este caso es la gestión de riesgos de la presa de relaves en la mina Casapalca.

- Nivel de investigación

Es una investigación descriptiva de enfoque mixto. Descriptiva porque describe la situación actual de la presa de relaves. Mixto porque junta tipos de investigación, cualitativa que considera las partidas generales de cada partida de trabajo, guía para diseño de presa de relave, cuantitativa debido a que se procederán a realizar información en la matriz de riesgo.

- Diseño de investigación

El propósito de la investigación es no experimental porque se observan actividades de cada tarea verificando los peligros existentes detallando un estudio cuantitativo porque son estructurados y enfoca también un estudio cualitativo por que permite la realización de ajustes en la evaluación para determinar los controles a realizar.

### **3.2 Población y muestra materia de investigación**

- Población de estudio

El área de estudio se ubica en el distrito de Yauli, provincia de Yauli, departamento de Junín, en la siguiente cuadrícula:

370,476 E	a	372,024 E
8°708,202 N		8°709,712 N

371,337 E	a	372,884 E
8°707,320 N		8°708,830 N

La presa de relaves se ubica sobre el Flanco Oriental de la Cadena Occidental de la Cordillera de los Andes, en una microcuenca glacial sobre los 4700 m.s.n.m. cuyas escorrentías constituyen afluentes de la quebrada Huaricancha y el río Yauli.

- Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se centra en la presa de relaves por el método de identificación de riesgos IPERC – LINEA BASE, PMBOCK. La presa de relaves se ubica sobre el Flanco Oriental de la Cadena Occidental de la Cordillera de los Andes, en una microcuenca glacial sobre los 4700 m.s.n.m.

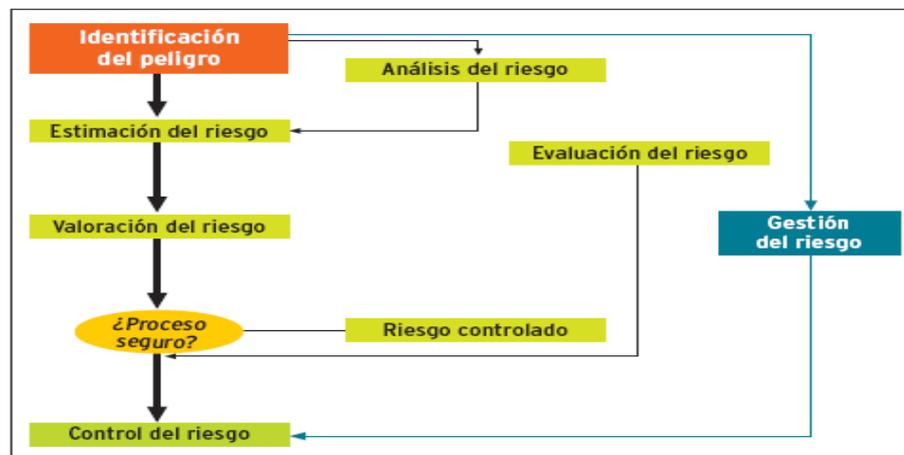
## **IV. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION**

#### 4.1 Técnicas de recolección de variables

La investigación usa la técnica de identificación de peligros en el proyecto, Para llegar a los resultados se organizó una secuencia de actividades, que comprenden 3 bloques el primero es la recolección de información de las actividades a realizar, el segundo estudios en campo con la evaluación de peligros y últimos acontecimientos realizados en cada actividad y trabajo de gabinete.

La identificación de los riesgos del proyecto es quizás la actividad más importante ya que es la base para el resto de procesos para la gestión de los riesgos de la construcción de la Presa Casapalca.

Una vez determinadas las situaciones que pueden causar riesgos, se analizarán y determinarán los mismos conforme a la clasificación que se haya establecido. El primer paso en la identificación de los riesgos del proyecto consiste en aclarar cuáles son los objetivos del proyecto, ya que la definición de riesgo es cualquier “evento que afecte positiva o negativamente a uno de los objetivos del proyecto.”



Una vez aclarados los objetivos del proyecto, se debe proceder a identificar los riesgos del proyecto. Una buena identificación de riesgos requiere de dos elementos: memoria e imaginación. La “memoria” consiste en comparar el proyecto a ejecutarse con proyectos anteriormente realizados por la organización o por otras organizaciones con el fin de identificar posibles riesgos comunes. El procedimiento de actuación se presenta en el siguiente cuadro, asimismo en los siguientes cuadros se presenta la identificación de riesgos en la construcción Presa Casapalca:

<b>Trivial (T)</b>	No se requiere acción específica.
<b>Tolerable (TO)</b>	No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
<b>Moderado (MO)</b>	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
<b>Importante (I)</b>	No debe comenzarse el trabajo hasta que no se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponde a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
<b>Intolerable (IN)</b>	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

TRABAJOS DE EXCAVACION												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1	Atropello por maquinaria pesada		X			X				X		
2	Vuelco de maquinaria pesada		X			X				X		
3	Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterrados	X					X			X		
4	Proyección de objetos durante el trabajo		X				X				X	
5	Caídas de personas desde la maquina	X				X			X			
6	Caída de personas desde el borde de la excavación		X			X				X		
7	Golpes por o entre objetos		X			X				X		
8	Derivados de trabajo en condiciones extremas		X			X				X		
9	Choques contra otros vehículos		X				X				X	
10	Derivados de ambientes pulverulentos		X			X				X		
11	Ruido		X			X				X		

Fuente: propia.

CORTE DE MATERIAL CONFORMADO C/MAQUINARIA												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1	Contacto con sustancias causticas o corrosivas		X			X				X		
2	Pisadas sobre objetos		X			X				X		
3	Proyeccion de fragmentos o particulas		X			X				X		
4	Atropellos por maquinaria pesada o camion		X				X				X	
5	Fallo del encofrado		X			X				X		
6	Caída al mismo nivel		X			X				X		
7	Caída a distinto nivel		X				X				X	
8	Golpes y cortes durante trabajos concreto simple		X				X				X	
9	Golpes y aplastamiento por caída de material		X			X				X		
10	Vuelco de encofrados		X				X				X	
11	Vuelco de la Grúa		X			X				X		
12	Aplastamiento por rotura de cables		X				X				X	

Fuente: propia.

EVACUACION DE MATERIAL SELECCIONADO HACIA EL ESPALDON DEL DIQUE PRINCIPAL DE LA RELAVERA												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1	Caida a distinto nivel		X			X				X		
2	Caida al mismo nivel		X			X				X		
3	Tormentas electricas		X				X				X	
4	Atropello por maquinaria o camion volquete		X				X				X	
5	Congestionamiento de equipos pesados		X			X				X		
6	Caida de rocas		X			X				X		

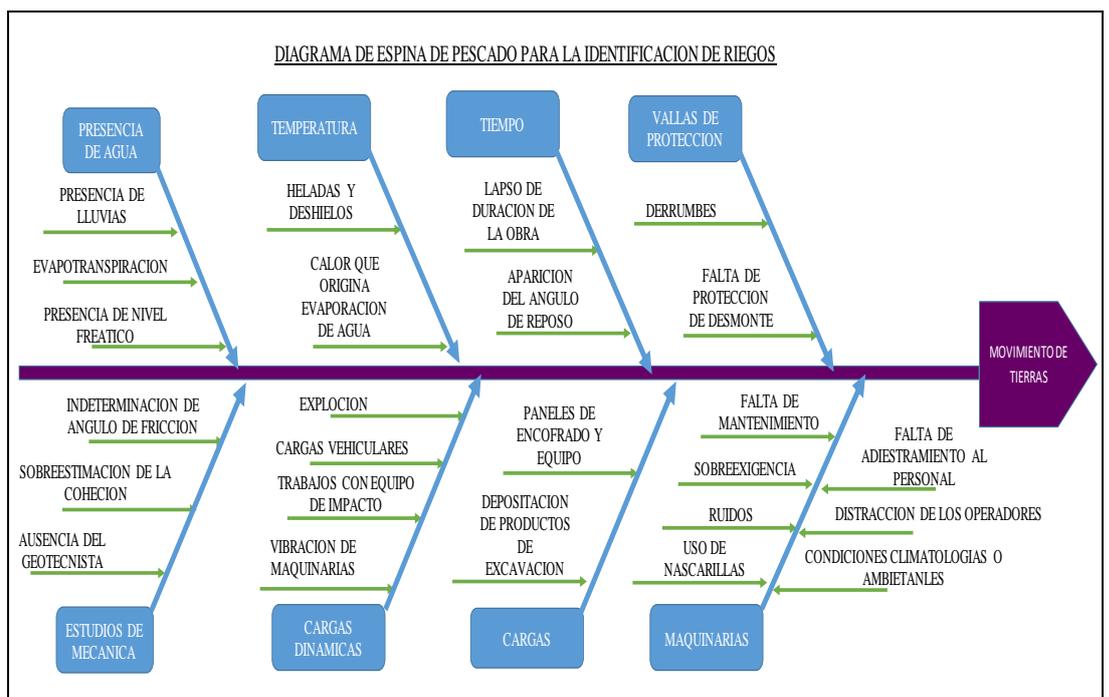
ELIMINACION DE MATERIAL INADECUADO EN AREA DEL DIQUE												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1	Caida a distinto nivel		X				X		X		X	
2	Caida de mismo nivel		X			X				X		
3	Vuelco en plataforma		X				X				X	
4	Caida de objetos desprendidos		X				X				X	
5	Golpes y cortes por objetos y herramientas		X			X				X		
6	Atrapamiento por o entre objetos		X			X				X		
7	Aplastamiento por rotura de los cables		X				X				X	
8	Cortes en las manos		X			X				X		
9	Sobreesfuerzos		X			X				X		

Fuente: propia.

IMPERMEABILIZACION CON GEOMEMBRANA												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1	Pisos resbaladisos		X		X				X			
2	Proyeccion de fragmentos o particulas		X			X				X		
3	Atropello por maquina o camion		X				X				X	
4	Caida al mismo nivel		X			X				X		
5	Caida a distinto nivel		X				X				X	
6	Golpe por objetos vibratorio		X			X				X		
7	Vuelco por proximidad de taludes		X				X				X	
8	Izaje de material		X				X				X	
9	atrapamientos en trabajos de mantenimiento		X			X				X		
10	Contacto con energia electrica	X				X			X			
11	Rotura de la manguera		X				X				X	
12	Caida del personal desde la maquinaria		X			X				X		
13	Atrapamiento de personas dede la maquina		X				X				X	
15	sobreesfuerzos		X			X				X		

Fuente: propia.

CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y CANAL DE CORONACION												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1	Pisadas sobre objetos		X			X				X		
2	Proyección de fragmentos o partículas		X			X				X		
3	Atropello por maquinaria o camion volquete		X				X				X	
4	Caída al mismo nivel		X			X				X		
5	Caída a distinto nivel		X				X				X	
6	Golpe por objetos vibratorio		X			X				X		
7	Vuelco por proximidad de taludes		X				X				X	
8	Exposición al polvo		X			X				X		
9	Exposición al ruido		X			X				X		
10	Sobreesfuerzos		X			X				X		



**Fuente:** propia - Analisis cualitativo de Riesgos en la Presa

Para ordenar los riesgos, se usa la “matriz de impacto probabilidad”. Para el análisis cualitativo de riesgos, el equipo usualmente prepara una matriz donde la probabilidad de ocurrencia se define, por ejemplo, en una escala del 1 al 3 y el impacto del riesgo también se mide en una escala del 1 al 3. Cada uno de los riesgos identificados en el proceso de “Identificación de Riesgos” se ubica en una de las celdas de la matriz. Puede haber varios riesgos en una celda.

**Matriz de Probabilidad – Impacto**

		PROBABILIDAD		
		BAJA	MEDIA	ALTA
IMPACTO	LEVE	1	2	3
	MODERADA	2	4	8
	SEVERA	3	8	9

VALOR DE RIEGO	
ALTO	8 Y 9
MODERADO	3 Y 4
BAJO	1 Y 2

En la matriz probabilidad impacto que mostramos como ejemplo, podemos ver que los riesgos del R6 al R9 son los más importantes ya que tienen un estimado de probabilidad de ocurrencia de 3 y un impacto que fluctúa del 2 al 3. Este primer método es el más sencillo y rápido.

Podemos observar que el impacto crece de manera lineal entre una celda y la celda contigua (en el eje vertical). El PMBOK, propone determinar el impacto de los riesgos utilizando una matriz en la que las filas corresponden a los objetivos del proyecto, y las columnas corresponden al nivel de impacto. El informe Universal Risk Report indica que las organizaciones deben tener en cuenta que algunos

riesgos “poco probables” pero de alto impacto, deben tomarse en cuenta a pesar de estar en las zonas de bajo impacto en nuestras matrices.

Una vez identificados los riesgos, el equipo de proyecto debe ordenar dichos riesgos clasificándolos por su importancia. La importancia de un riesgo está dada por la combinación de dos elementos: el impacto del riesgo, y su probabilidad de ocurrencia. Intuitivamente, los riesgos más importantes son aquellos cuya importancia es alta, y cuya probabilidad de ocurrencia también es alta.

En el presente trabajo, para obtener el valor de la magnitud de los riesgos, se multiplica el valor del “Impacto (consecuencia) por la probabilidad”. Para esto, en el acápite anterior se ha realizado la identificación de los riesgos, para su posterior respuesta, aplicando la ley de Pareto.

Para el análisis cualitativo de riesgos, se prepara una matriz donde la probabilidad de ocurrencia (P) se define en una escala del 1 al 100, de la siguiente manera Impacto bajo (20 puntos), Impacto medio (50 puntos), Impacto alto (90 puntos). Asimismo, el impacto del riesgo (I), también se mide en una escala del 1 al 100, asignándole un valor cuando la probabilidad de ocurrencia es baja (20 puntos), probabilidad Media (50 puntos), probabilidad Alta (90 puntos). Cada uno de los riesgos identificados en el proceso de “Identificación de Riesgos” se ubica en una de las celdas de la matriz.

El producto de esto dos atributos da como resultado una puntuación (Risk = I x P) en una escala de 0 a 100, que permite ordenar los riesgos de mayor a menor. Así se identifican el 20% de los riesgos principales que se manejan con especial énfasis.

Una vez identificados los riesgos, se procede a establecer su magnitud. Para cada riesgo detectado debe estimarse la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

		CONSECUENCIAS		
		Ligeramente dañino (L)	Dañino (D)	Extremadamente dañino (D)
Probabilidad	Baja (B)	Trivial	Tolerable	Moderado
	Media (M)	Tolerable	Moderado	Importante
	Alta (A)	Moderado	Importante	Intolerable

Riesgo identificado	Probabilidad			Consecuencias			Magnitud del riesgo				
	Baja B	Media M	Alta A	Ligeramente dañino LD	Dañino D	Extremadamente dañino ED	Trivial T	Tolerable TO	Moderado MO	Importante I	Intolerable IN

Una vez estimada la probabilidad y la gravedad de las consecuencias, damos un valor a la urgencia con la que debemos afrontar la eliminación o control de dichos riesgos.

Para la implementación de la gestión de riesgos en la planificación de riesgos de ejecución de obras nos detalla en la modificación a la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado,1 y a su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 350-2015-EF en los contratos de

obra se deben identificar y asignar los riesgos previsibles de ocurrir durante la ejecución de la misma. Dicho análisis forma parte del expediente técnico y se realizará conforme a las directivas que se emitan, la implementación de la gestión de riesgos busca incrementar la eficiencia de las inversiones en las obras públicas. Ahora, para facilitar la aplicación de este aspecto de la reforma, OSCE publicó la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD según la cual, el enfoque integral de gestión de riesgos abarca cuatro procesos conforme a la Guía del PMBOK del PMI (identificar riesgos, analizar riesgos, planificar la respuesta a riesgos y asignar riesgos). Dicha Directiva incluyó además los formatos que debían utilizarse para el registro de riesgos

### **PASO 1**

Identificar riesgos: En este proceso se deben identificar los riesgos previsibles de ocurrir durante la ejecución de la obra, se procede a registrar este riesgo, utilizando el Anexo N° 01 “Formato para Identificar, Analizar y dar Respuesta a los Riesgos” de la Directiva N° 012-2017OSCE/CD

<b>Anexo N° 01</b>			
<b>Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos</b>			
<b>1</b>	<b>NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO</b>	Número	
		Fecha	
<b>2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	Nombre del Proyecto	
		Ubicación Geográfica	
<b>3</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS</b>		
	<b>3.1</b>	<b>CÓDIGO DE RIESGO</b>	

	<b>3.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RIESGO</b>						
	<b>3.3</b>	<b>CAUSA(S) GENERADORA(S)</b>	Causa N° 1					
			Causa N° 2					
			Causa N° 3					
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS</b>							
	<b>4.1</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>			<b>4.2</b>	<b>IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>		
		Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
		Baja	0.30			Bajo	0.10	
		Moderada	0.50			Moderado	0.20	
		Alta	0.70			Alto	0.40	
		Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
	<b>4.3</b>	<b>PRIORIZACIÓN DEL RIESGO</b>						
		Puntuación del Riesgo = Probabilidad x Impacto	<b>0.000</b>	Prioridad del Riesgo				
<b>5</b>	<b>RESPUESTA A LOS RIESGOS</b>							
	<b>5.1</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	<b>Mitigar Riesgo</b>		<b>Evitar Riesgo</b>			
			<b>Aceptar Riesgo</b>		<b>Transferir Riesgo</b>			
	<b>5.2</b>	<b>DISPARADOR DE RIESGO</b>						
	<b>5.3</b>	<b>ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO</b>						

**INSTRUCCIONES PARA EL LLENADO DEL ANEXO N° 01**

<b>Campo</b>	<b>Información a consignar</b>
--------------	--------------------------------

1	Registrar un número correlativo (puede asignar también una nomenclatura alfanumérica) y la fecha en que se emite dicho documento.
2	Registrar el nombre y la ubicación geográfica del proyecto correspondiente.
3.1	Asignar un número correlativo (puede asignar también una nomenclatura alfanumérica) para identificar cada riesgo.
3.2	Describir el riesgo considerando un grado razonable de detalle. Para identificar el riesgo, pueden utilizarse una variedad de técnicas tales como: revisión de documentación del proyecto, técnicas de recolección de información (tormenta de ideas, entrevistas), análisis FODA, lista de chequeo, etc.
3.3	Registrar las condiciones o eventos previos que dan lugar a los riesgos identificados. Es posible que una causa pueda generar más de un riesgo identificado.
4.1	Indicar la probabilidad de ocurrencia asignada al riesgo, marcando con una X en la celda que se ubica a la derecha del valor numérico respectivo.
4.2	Indicar el impacto del riesgo en la ejecución de la obra marcando con una X en la celda que se ubica a la derecha del valor numérico respectivo.
4.3	La puntuación del riesgo se obtiene automáticamente multiplicando la probabilidad de ocurrencia y el impacto estimado. Asimismo, se determina de manera automática la prioridad del riesgo motivo de análisis (alta, moderada, baja), teniendo en cuenta los criterios definidos en la matriz de probabilidad e impacto (Anexo N° 2).

5.1	<p>Deberá seleccionar con una X la estrategia a desarrollar. Para ello, conforme a la metodología del PMBOK, se precisa lo siguiente:</p> <p><b>Mitigar el riesgo</b> implica reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto de un riesgo a través de acciones específicas. Las acciones tendientes a reducir la probabilidad no necesariamente son las mismas para disminuir el impacto del riesgo.</p> <p><b>Evitar el riesgo</b> implica eliminar la(s) causa(s) generadora(s) del riesgo. Debe tenerse en cuenta que en determinados casos, evitar el riesgo puede generar la modificación de las condiciones iniciales del proyecto.</p> <p><b>Aceptar el riesgo</b> implica reconocer el riesgo y determinar, de ser el caso, las medidas a adoptar si el riesgo se materializa.</p> <p><b>Transferir el riesgo</b> implica trasladar el impacto de un riesgo a un tercero, junto con la responsabilidad de la respuesta.</p>
5.2	<p>Detallar el indicador que alertará sobre la materialización del riesgo y que habilitará a poner en práctica la estrategia de respuesta al riesgo.</p>
5.3	<p>Detallar las acciones que se realizarán para dar respuesta a los riesgos identificados, conforme a la estrategia seleccionada en el numeral 5.1</p>

## PASO 2

Analizar riesgos: En este proceso se analiza la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que tendría en la ejecución de la obra, clasificando los riesgos identificados en función a su prioridad sea esta alta, mediana o baja. Para ello, la Directiva establece que la Entidad puede usar la matriz de probabilidad e impacto contenida en

la Guía PMBOK del PMI o, caso contrario, desarrollar su propia metodología.

Ahora bien, la asignación de determinado valor (muy bajo, bajo, moderado, alto o muy alto) a la probabilidad y al impacto obedece al criterio profesional y técnico del equipo responsable. Sin embargo, para hacer más objetiva dicha evaluación, el equipo puede elaborar una escala definiendo los criterios que tomarán en cuenta para cada valor.

Anexo N° 02  
Matriz de probabilidad e impacto según Guía PMBOK

PROBABILIDAD	Muy Alta	0.90	0.045	0.090	0.180	0.360	0.720
	Alta	0.70	0.035	0.070	0.140	0.280	0.560
	Moderada	0.50	0.025	0.050	0.100	0.200	0.400
	Baja	0.30	0.015	0.030	0.060	0.120	0.240
	Muy Baja	0.10	0.005	0.010	0.020	0.040	0.080
2. IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA			0.05	0.10	0.20	0.40	0.80
			Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
3. PRIORIDAD DEL RIESGO					Baja	Moderada	Alta

### PASO 3

Planificar la respuesta a riesgos: En este proceso se selecciona la estrategia y acciones a seguir para dar respuesta al riesgo identificado. Asimismo, se identifica el disparador de riesgo, es decir la situación que nos alertará de la presencia del riesgo. Las estrategias que se pueden adoptar son las siguientes conforme a la Guía del PMBOK del PMI:

Mitigar, que implica llevar a cabo acciones que permitan reducir la probabilidad de ocurrencia o el impacto de un riesgo sobre la obra.

Evitar, que supone eliminar la(s) causa(s) generadoras del riesgo o proteger al proyecto del impacto del riesgo. Esta estrategia puede generar la modificación de las condiciones iniciales del proyecto.

Aceptar, que implica reconocer la existencia del riesgo y determinar, de ser el caso, las medidas a adoptar si el riesgo se materializa.

Transferir, que supone trasladar el impacto negativo del riesgo y la responsabilidad de gestionar adecuadamente el mismo, a un tercero.

Por ejemplo, a través de la contratación de un seguro.

#### **PASO 4**

Asignar riesgos: Finalmente, se debe asignar el riesgo a la parte que está en mejor capacidad para controlarlo. En tal sentido, se procede al registro de información en el Anexo N° 03 “Formato para Asignar los Riesgos” de la Directiva N° 012-2017-OSCE/CD, de la siguiente manera:



Se presenta a continuación el Análisis de los riesgos en la Construcción Presa Casapalca:

<b>Anexo N° 01</b>				
<b>Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos</b>				
<b>1</b>	<b>NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO</b>	Número	001/2019	
		Fecha	15/01/2019	
<b>2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	Nombre del Proyecto	CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR	
		Ubicación Geográfica	YAULI -YAULI - JUNIN	
<b>3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS</b>				
	<b>3.1</b>	<b>CÓDIGO DE RIESGO</b>	<b>R001</b>	
	<b>3.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RIESGO</b>	Retrasos de trabajos por los riesgos identificados según las actividades: Excavación de zanja, Corte de material conformado, evacuación de material para la conformación de material al espaldón del dique de la relavera El Porvenir, Instalación de material para la impermeabilización (geomembrana) y cerco perimétrico.	
	<b>3.3</b>	<b>CAUSA(S) GENERADORA(S)</b>	Causa N° 1	Exposición a maquinaria pesada
			Causa N° 2	Identificación de riesgos por actividades
			Causa N° 3	-
<b>4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS</b>				
	<b>4.1</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>	<b>4.2</b>	<b>IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>

	Muy baja	0.10		Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30		Bajo	0.10	
	Moderada	0.50		Moderado	0.20	X
	Alta	0.70	X	Alto	0.40	
	Muy alta	0.90		Muy alto	0.80	
	<b>Alta</b>		<b>0.700</b>	<b>Moderado</b>		<b>0.200</b>
<b>4.3</b>	<b>PRIORIZACIÓN DEL RIESGO</b>					
	Puntuación del Riesgo =Probabilidad  x  Impacto		<b>0.140</b>	Prioridad del Riesgo		<b>Prioridad Moderada</b>
<b>5</b>	<b>RESPUESTA A LOS RIESGOS</b>					
<b>5.1</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	<b>Mitigar Riesgo</b>	<b>X</b>	<b>Evitar Riesgo</b>		
		<b>Aceptar Riesgo</b>		<b>Transferir Riesgo</b>		
<b>5.2</b>	<b>DISPARADOR DE RIESGO</b>	identificación de riesgos por actividades				
<b>5.3</b>	<b>ACCIONES PARA DAR RESPUESTA AL RIESGO</b>	Evaluación de los peligros y riesgos por partida haciendo uso del IPERC LINEA BASE para cada tarea.				

**Anexo N° 03****Formato para asignar los riesgos**

<b>1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO</b>	Número	001/2019	<b>2. DATOS GENERAL ES DEL PROYECTO</b>	Nombre del Proyecto	CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR
	Fecha	15/01/2019		Ubicación	YAULI - YAULI - JUNIN

3.INFORMACIÓN DEL RIESGO			4 PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS					Geográfica		
3.1 CÓDIGO DE RIESGO	3.2 DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	3.3 PRIORIDAD DEL RIESGO	4.1 ESTRATEGIA SELECCIONADA				4.2 ACCIONES A REALIZAR EN EL MARCO DEL PLAN	4.3 RIESGO ASIGNADO A		
			Mitigar el riesgo	Evitar el riesgo	Aceptar el riesgo	Transferir el riesgo		Entidad	Contratista	
	Retrasos de trabajos por los riesgos identificados según las actividades: Excavación de zanja, Corte de material conformado, evacuación de material para la conformación de material al espaldón del dique de la relavera El Porvenir, Instalación de material para la impermeabilización (geomembrana) y cerco perimétrico.		X				Evaluación de los peligros y riesgos por partida haciendo uso del IPERC LINEA BASE		X	

SEVERIDAD		A	B	C	D	E
<b>CATASTROFICO</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
<b>MORTALIDAD</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
<b>PERMANENTE</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>20</b>
<b>TEMPORAL</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>23</b>
<b>MENOR</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>25</b>
<b>MATRIZ DE EVALUACION DE</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
		<b>Común</b>	<b>Ha</b>	<b>Podría</b>	<b>Raro</b>	<b>Prácticamente</b>

<b>RIESGO</b>	<b>sucedido</b>	<b>suceder</b>	<b>que suceda</b>	<b>Imposible que suceda</b>
	<b>FRECUENCIA</b>			

**Fuente:** Matriz para la evaluación de riesgo del IPERC – LINEA BASE según del DS-024-EM Reglamento de SST en Minería.

<b>Gravedad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Reacción pública / Implicancia legal</b>
<b>1</b>	Catastrófico	Daños ecológicos graves e irreversibles, impactos permanentes sobre una componente ambiental.	prensa internacional y/o proceso legal
<b>2</b>	Crítico	Daños ecológicos moderados reversibles de larga duración.	prensa nacional local y/o multa elevada
<b>3</b>	Serio	Daños ecológicos moderados reversibles y de corta duración.	reclamo de la comunidad y/o multa baja
<b>4</b>	Marginal	Daño ambiental leve (requiere algún tipo de acción para rehabilitarlo). Desequilibrio ecológico de corta duración	reclamo individual y/o no conformidad legal
<b>5</b>	No significativo	Daño ambiental leve (cuyos impactos se remedian naturalmente) Estrés mínimo para un componente ambiental.	potencial de reclamo y/o no conformidad con el estándar

**Fuente:** Matriz para la evaluación de aspectos ambientales.

<b>Probabilidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Numero de ocurrencias</b>	<b>Incide de recurrencia</b>
<b>A</b>	Común	manera constante y permanente /peregne	la recurrencia de incidentes es regular. Se tolera la recurrencia de incidentes leves.
<b>B</b>	Ha sucedido	esporádico y con cierta frecuencia sin ser constante	a pesar de las estrategias de prevención implementadas, al parecer los incidentes vuelven a ocurrir.
<b>C</b>	Podría suceder	1 vez al año	se produjo la recurrencia de incidentes pero no es muy común.
<b>D</b>	Raro que suceda	una vez en 10 años	la recurrencia de incidentes es poco frecuente y rara cuando existen controles estos se mantienen
<b>E</b>	Prácticamente imposible que suceda	una vez en 100 años o mas	no se tiene información de recurrencias

**Fuente:** Matriz para la evaluación de riesgo del IPERC – aspectos ambientales.

GRAVEDAD		A	B	C	D	E
CATASTROFICO	1	1	2	4	7	11
CRITICO	2	3	5	8	12	16
SERIO	3	6	9	13	17	20
MARGINAL	4	10	14	18	21	23
NO SIGNIFICATIVO	5	15	19	22	24	25
MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS AMBIENTALES		A	B	C	D	E
		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
		PROBABILIDAD				

**Fuente:** Matriz para la evaluación de riesgo del IPERC – aspectos ambientales.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE CONTROL- LÍNEA BASE																			
ACTIVIDAD	TAREA	PELIGRO	EVALUACION DE RIEGO				RIESGO (P x S)		JERARQUIA DE CONTROL DEL IPERC					RACION DEL RIESGO (P x S)		ACCIONES DE MEJORA			
			SEGURIDAD		SALUD		SEG	SAL	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROL ADMINISTRATIVO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	SEGURIDAD			RIESGO		
			PROB (P)	SEVE (S)	PROB (P)	SEVE (S)								PROB (P)	SEVE (S)		SEG	SAL	
CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR	EVA CUACION DE MATERIAL SELECCIONADO AL DIQUE DE LA PRESA DE RELAVES	Talud inestable	B	4	0	0	14			Eliminación de rocas con equipo tractor / excavadora	-	-	Señalizar el área(Prohibido pase de equipos)	Uso de EPPs	C	5	22		
		Tráfico en Ruta	C	4	0	0	18			-	-	-	Capacitación al personal en equipos o maquinarias móviles / Señalización	Uso de EPPs / Paletas de PARE_ SIGA	D	4	21		
		Ambientes con altas o muy bajas temperaturas (estés térmico)	0	0	B	4		14			-	-	-	Uso de EPPs adecuados ( overol Termicos)	0	0		18	
		Neblinas densas	B	4	0	0	14			-	-	Equipo de iluminación	Señalización	Uso de Epps	D	4	21		
		Tormentas eléctricas	C	3	0	0	13			-	-	Pararayos y control puesta a tierra	Capacitación en tormentas eléctricas	Uso de EPPs	C	4	18		
		Generación de polvo	0	0	B	4		14			-	-	-	Capacitación al personal en uso adecuado de EPP	Uso de Epps ( Respirador obligatorio)	0	0		19
		Ruido debido a máquinas o equipos en niveles superiores a los permitidos	0	0	B	4		14			-	-	-	Capacitación al personal en uso adecuado de EPP	Uso de EPPs (Uso obligatorio de Tapon de oído u orejeras)	0	0		21
		Movimientos repetitivos	D	5	C	0	24						-	Capacitación al personal en ergonomía	Uso de EPPs	E	5	25	
		Falta de Orden y Limpieza	C	4	C	0	18						-	Capacitación al personal en orden y limpieza	Uso de EPPs	D	5	24	

Fuente: Elaboración propia del IPERC – LINEA BASE según del DS-024-EM Reglamento de SST en Minería, aplicaciones de controles para mitigar los riesgos existentes en la presa de relaves el Porvenir - Casapalca.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS DE CONTROL- LÍNEA BASE																		
ACTIVIDAD	TAREA	PELIGRO	EVALUACION DE RIEGO				RIESGO (P x S)		JERARQUIA DE CONTROL DEL IPERC				UACION DEL RIESGO (P x S)		ACCIONES DE MEJORA			
			SEGURIDAD		SALUD		SEG	SAL	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROL ADMINISTRATIVO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	SEGURIDAD		RIESGO		
			PROB (P)	SEVE (S)	PROB (P)	SEVE (S)								PROB (P)		SEVE (S)	SEG	SAL
CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR	CONFORMACION DE MATERIAL EN DIQUE DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR	Falta de Orden y Limpieza	C	4	C	0	18		-	-	-	Capacitación al personal en orden y limpieza	Uso de EPPs	D	5	24		
		Movimientos repetitivos	D	5	C	0	24		-	-	-	Capacitación al personal en ergonomía	Uso de EPPs	E	5	25		
		Falta o Falta de Señalización en la vía	C	4	0	0	18		-	-	-	Capacitación al personal en equipos o maquinarias móviles / Señalización	Uso de EPPs / Paletas de PARE_ SIGA	D	4	21		
		Fallas Mecánicas en vehículos y equipos	C	4	0	0	18		-	-	-	Capacitación al personal en equipos o maquinarias móviles / Señalización	Uso de EPPs / Paletas de PARE_ SIGA	D	4	21		
		Tráfico en Ruta	C	4	0	0	18		-	-	-	Capacitación al personal en equipos o maquinarias móviles / Señalización	Uso de EPPs / Paletas de PARE_ SIGA	D	4	21		
		Tránsito vehicular a excesiva velocidad	B	4	0	0	14		-	-	-	Capacitación al personal en equipos o maquinarias móviles / Señalización	Uso de EPPs / Paletas de PARE_ SIGA	D	4	21		
		Generación de polvo	0	0	B	4		14		-	-	Riego del area con sistema	Capacitación al personal en uso adecuado de EPP	Uso de Epps ( Respirador obligatorio)	0	0		22
		Ruido debido a máquinas o equipos en niveles superiores a los permitidos	0	0	B	4		14		-	-	-	Capacitación al personal en uso adecuado de EPP	Uso de EPPs (Uso obligatorio de Tapon de oído u orejeras)	0	0		21
		Ambientes con altas o muy bajas temperaturas (estés térmico)	0	0	B	4		14		-	-	-	Uso de EPPs adecuados ( oberol Termicos)		0	0		18
		Nebulinas densas	B	4	0	0	14		-	-	-	Señalización	Uso de Epps	D	4	21		
		Tormentas eléctricas	C	3	0	0	13		-	-	Pararayos y control puesta a tierra	Capacitación en tormentas eléctricas	Uso de EPPs	C	4	18		
		Dique inestable en la presa de relaves	C	2	0	0	8		-	-	Controles Geotécnicos	Cobocar señalización y dar aviso ante posibles incidentes y accidentes	Plan de contingencia	C	3	13		
		Vibración debido a máquinas o equipos en niveles superiores a los permitidos	0	0	C	4		18		-	-	-	Capacitación en prevención de enfermedades ocupacionales	Uso de EPPs	0	0		21
		Talud inestable	B	4	0	0	14		-	-	Eliminación de rocas con quipo tractor / excavadora	-	-	Señalizar el area(Prohibido pase de equipos)	Uso de EPPs	C	5	22

Fuente: Elaboración propia del IPERC – LINEA BASE según del DS-024-EM Reglamento de SST en Minería, aplicaciones de controles para mitigar los riesgos existentes en la presa de relaves el Porvenir - Casapalca.

PROCESO	TAREA	ASPECTO	IMPACTO	IMPACTO: POSITIVO (+), NEGATIVO (-)	CONDICION: NORMAL (N), ANORMAL (A), EMERGENCIA (E)	EVALUCION DE IMPACTO		IMPACTO (P x S)	JERARQUIA DE CONTROL DE LA MATRIZ DE ASPECTOS AMBIETALES					EVALUCION DE IMPACTO		IMPACTO (P x S)	ACCIONES DE MEJORA	RESPONSABLES
						MEDIO AMBIENTE			ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROL ADMINISTRATIVO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	MEDIO AMBIENTE				
						Prob	Grav	MA						Prob	Grav	MA		
CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR	EVACUACION DEL MATERIAL SELECCIONADO A LA PRESA DE RELAVES	RR.SS reaprovechable papel y carton	alteracion a la calidad del suelo y agua	Negativo	Normal	B	4	14	-	-	-	Capacitar al personal sobre gestión de residuos solidos y Disposcion de RR.SS en los centros de acopio / Realizar campaña de reciclaje	-	B	5	19	Usar papel reciclado para las herramientas de gestión	Residente de Obra
		RR.SS no reaprovechables generales	Alteracion a la calidad del suelo y al agua	Negativo	Normal	B	4	14	-	-	-	Capacitar al personal sobre gestión de residuos solidos y Disposcion de RR.SS en los centros de acopio	-	B	5	19		Residente de Obra
		RR.SS Orgánicos	Alteracion a la calidad del suelo y al agua	Negativo	Normal	B	4	14	-	-	Almacenamiento temporal de RRSS Peligrosos en cilindros y/o infraestructura	Capacitar al personal sobre gestión de residuos solidos y Disposcion de RR.SS en los centros de acopio	-	B	5	19	Uso de tecnica de compostaje para reciclar la materia organica.	Residente de Obra
		Polvo	Alteracion de la calidad del Aire	Negativo	Normal	A	5	15	Regado de vías	-	-	Respetar las velocidad maxima	-	B	5	19		Residente de Obra
		Emisión de Gases de Combustión	Contaminación del Aire	Negativo	Normal	A	5	15	-	-	-	Uso de check list para verificar el estado correcto de los equipos	-	A	5	15		Residente de Obra
		Ruido	Contaminación acustica	Negativo	Normal	A	5	15	-	-	-	Uso de check list para verificar el estado correcto dlos equipos/ Monitoreo del ruido ambiental	-	B	5	19		Residente de Obra

Fuente: Elaboración propia del IPERC Aspectos ambientales, aplicaciones de controles para mitigar los riesgos existentes en la presa de relaves el Porvenir - Casapalca.

PROCESO	TAREA	ASPECTO	IMPACTO	IMPACTO: POSITIVO (+), NEGATIVO (-)	CONDICION: NORMAL (N), ANORMAL (A), EMERGENCIA (E)	EVALUCION DE IMPACTO		IMPACTO (P x S)	JERARQUÍA DE CONTROL DE LA MATRIZ DE ASPECTOS AMBIETALES					EVALUCION DE IMPACTO		IMPACTO (P x S)	ACCIONES DE MEJORA	RESPONSABLES	
						MEDIO AMBIENTE			ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROL ADMINISTRATIVO	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	MEDIO AMBIENTE					
						Prob	Grav	MA						Prob	Grav	MA			
CONSTRUCCION DE LA PRESA DE RELAVES EL PORVENIR	CONFORMACION DE MATERIAL DE LA PRESA DE RELAVES	RR.SS reaprovechable papel y carton	alteracion a la calidad del suelo y agua	Negativo	Normal	B	4	14	-	-	-	Capacitar al personal sobre gestión de residuos solidos y Disposcion de RR.SS en los centros de acopio / Realizar campaña de reciclaje	-	B	5	19	Usar papel reciclado para las herramientas de gestión	Residente de Obra	
		RR.SS no reaprovechables generales	Alteracion a la calidad del suelo y al agua	Negativo	Normal	B	4	14	-	-	-	Capacitar al personal sobre gestión de residuos solidos y Disposcion de RR.SS en los centros de acopio	-	B	5	19		Residente de Obra	
		Potencial Derrame de Hidrocarburos y/o derivados	Alteracion a la calidad del suelo y al agua	Negativo	Anormal	C	2	8	-	-	Plan de contingencia en cuanto colapso de la presa de relaves / Poza de contingencia aguas debajo de la presa de relaves ( almacenamiento de material peligroso)	Capacitar al personal con simulacros / procedimientos / brigadas de contingencias	-	D	3	17		Residente de Obra	
		RR.SS Orgánicos	Alteracion a la calidad del suelo y al agua	Negativo	Normal	B	4	14	-	-	Almacenamiento temporal de RRSS Peligrosos en cilindros y/o infraestructura	Capacitar al personal sobre gestión de residuos solidos y Disposcion de RR.SS en los centros de acopio	-	B	5	19	Uso de tecnica de compostaje para reciclar la materia organica.	Residente de Obra	
		Polvo	Alteracion de la calidad del Aire	Negativo	Normal	A	5	15	Regado de vias	-	-	-	Respetar las velocidad maxima	-	B	5	19		Residente de Obra
		Emisión de Gases de Combustión	Contaminación del Aire	Negativo	Normal	A	5	15	-	-	-	Uso de check list para verificar el estado correcto de los equipos	-	A	5	15		Residente de Obra	
		Ruido	Contaminación acustica	Negativo	Normal	A	5	15	-	-	-	Uso de check list para verificar el estado correcto dlos equipos/ Monitoreo del ruido ambiental	-	B	5	19		Residente de Obra	

Fuente: Elaboración propia del IPERC Aspectos ambientales, aplicaciones de controles para mitigar los riesgos existentes en la presa de relaves el Porvenir - Casapalca.

## CUADRO N° 6.5

### Análisis cualitativo de Riesgos en la Presa

ITEM	DESCRIPCION	Impacto	Valor Impacto	Probabilidad	Valor Probabilidad	Valor de RIESGO
1	PRESENCIA DE LLUVIAS EN LA OBRA	A	90	B	0.2	18
2	PRESENCIA DE NIVEL FREATICO EN LA OBRA	A	90	B	0.2	18
3	PRESENCIA DE LA EVAPOTRANSPIRACION	A	90	B	0.5	45
4	CALOR QUE ORIGINA EVAPORACION DEL AGUA	A	90	A	0.9	81
5	EXAGERADO LAPSO DURACION DE LA OBRA	A	90	M	0.5	45
6	APARICION DEL ANGULO DE REPOSO	A	90	A	0.9	81
7	APARICION DE DERRUMBES	A	90	M	0.5	45
8	INADECUADA PROTECCION DE DESMONTES	M	50	M	0.5	25
9	AUSENCIA DEL PROFESIONAL GEOTECNISTA - MONITOREO	A	90	A	0.9	81
10	AUSENCIA DE ESTUDIO DE SUELOS Y/O DEFICIENTE	A	90	A	0.9	81
11	SOBRESTIMACION DE LA COHESION	A	90	A	0.9	81
12	INDETERMINACION DEL ANGULO DE FRICCION	A	90	M	0.5	45
13	USO DE EXPLOSIVOS EN LA CERCANIA	A	90	M	0.5	45
14	CARGAS VEHICULARES EN LA CERCANIA	A	90	M	0.5	45
15	TRABAJOS CON EQUIPO DE IMPACTO	M	50	M	0.5	25
16	VIBRACION DE MAQUINAS	A	90	M	0.5	45
17	DEPOSITACION DE PANELES DE ENCOFRADO Y EQUIPO	M	50	M	0.5	25
18	DEPOSITACION DE PRODUCTOS DE EXCAVACION	A	90	M	0.5	45
19	FALTA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	M	50	M	0.5	25
20	SOBREEXIGENCIA DE LA MAQUINARIA	M	50	M	0.5	25
21	RUIDOS EN LA CERCANIA DE LA OBRA	M	50	M	0.5	25
22	INADECUADO USO DE MASCARILLAS	B	20	M	0.5	10
23	FALTA DE ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL OBRERO	A	90	M	0.5	45
24	DISTRACCION DE LOS OPERADORES DE MAQUINARIA	A	90	M	0.5	45
25	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS O AMBIENTALES DESFAV.	M	50	B	0.5	25

## **Planificación de respuesta a los Riesgos**

Una vez determinada la importancia de los riesgos, se procede a definir, la estrategia para cada riesgo, o las acciones a tomar que pueden ser:

- a) Eliminar el riesgo (Evitar, tratando de eliminar la incertidumbre)
- b) Mitigar el riesgo reduciéndolo a un nivel aceptable.
- c) Transferir el riesgo, a un tercero.
- d) Aceptar el riesgo, reconociendo la existencia de riesgos residuales.

En el caso de aceptar el riesgo, se deberá preparar un plan de contingencia en caso el riesgo ocurra.

Un riesgo puede administrarse con varias estrategias. Una estrategia está compuesta por una o más actividades.

Cada actividad debe de controlarse, asignándose un responsable, recursos, y monitoreando su ejecución (fecha de inicio, avance, etc).

En el acápite anterior se ha realizado el análisis y valoración de los riesgos, obteniéndose para cada riesgo una valoración, de acuerdo al impacto y la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo, para su posterior respuesta.

Para dar respuesta a los riesgos se puede aplicar la ley de Pareto o Ley 20/80. Se presenta a continuación el cuadro de de riesgos, clasificados de acuerdo a su valoración.

Se Realiza a continuación el plan de respuesta a los riesgos en la  
Construcción de la Presa Casapalca.

**CUADRO N° 6.6**

PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS						
ITEM	DESCRIPCION	Impacto	Valor Impacto	Probabilidad	Valor Probabilidad	Valor de RIESGO
1	CALOR QUE ORIGINA EVAPORACION DEL AGUA	A	90	A	0.9	81
2	APARICION DEL ANGULO DE REPOSO	A	90	A	0.9	81
3	AUSENCIA DEL PROFESIONAL GEOTECNISTA - MONITOREO	A	90	A	0.9	81
4	AUSENCIA DE ESTUDIO DE SUELOS Y/ O DEFICIENTE	A	90	A	0.9	81
5	SOBRESTIMACION DE LA COHESION	A	90	A	0.9	81
6	PRESENCIA DE LA EVAPOTRANSPIRACION	A	90	B	0.5	45
7	EXAGERADO LAPSO DURACION DE LA OBRA	A	90	M	0.5	45
8	APARICION DE DERRUMBES	A	90	M	0.5	45
9	INDETERMINACION DEL ANGULO DE FRICCION	A	90	M	0.5	45
10	USO DE EXPLOSIVOS EN LA CERCANIA	A	90	M	0.5	45
11	CARGAS VEHICULARES EN LA CERCANIA	A	90	M	0.5	45
12	VIBRACION DE MAQUINAS	A	90	M	0.5	45
13	DEPOSITACION DE PRODUCTOS DE EXCAVACION	A	90	M	0.5	45
14	FALTA DE ADIESTRAMIENTO DEL PERSONAL OBRERO	A	90	M	0.5	45
15	DISTRACCION DE LOS OPERADORES DE MAQUINARIA	A	90	M	0.5	45
16	INADECUADA PROTECCION DE DESMONTES	M	50	M	0.5	25
17	TRABAJOS CON EQUIPO DE IMPACTO	M	50	M	0.5	25
18	DEPOSITACION DE PANELES DE ENCOFRADO Y EQUIPO	M	50	M	0.5	25
19	FALTA DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA	M	50	M	0.5	25
20	SOBREEXIGENCIA DE LA MAQUINARIA	M	50	M	0.5	25
21	RUIDOS EN LA CERCANIA DE LA OBRA	M	50	M	0.5	25
22	CONDICIONES CLIMATOLOGICAS O AMBIENTALES DESFAV.	M	50	B	0.5	25
23	PRESENCIA DE NIVEL FREATICO EN LA OBRA	A	90	B	0.2	18
24	PRESENCIA DE LLUVIAS EN LA OBRA	A	90	B	0.2	18
25	INADECUADO USO DE MASCARILLAS	B	20	M	0.5	10

La aplicación de la ley de Pareto o Ley 20/80, nos permitirá entregar un adecuado plan de respuesta a los riesgos encontrados o planteados en la Construcción de edificaciones en una determinada urbanización. El enunciado de la Ley de Pareto dice lo siguiente: Si gestionamos el 20% de de factores que originan los riesgos, estaremos dando solución al 80% de los riesgos del proyecto.

En el caso de la construcción de la Presa Casapalca, hemos encontrado una cantidad en número de 21 riesgos que afectan al procedimiento constructivo de la Presa Casapalca, los cuales representan el 20% del total de factores de riesgo. (Cuadro 5.3).

De acuerdo al análisis realizado se ha tomado el 20% de factores de riesgo (riesgo Importante) en cada partida (altos valores de riesgos), a los que deben contemplarse su tratamiento, con la finalidad de gestionar los riesgos, y minimizarlos a un factor mínimo, de manera que no afecte al desarrollo de la obra.

### **Monitoreo y control de Riesgos**

El monitoreo del riesgo es el proceso de mantener el seguimiento de los riesgos identificados, monitoreando riesgos residuales e identificando nuevos riesgos, asegurando la ejecución de los planes de riesgo y evaluando su efectividad para reducir el riesgo. El monitoreo y control del riesgo almacena la medida del riesgo que se asocian con la implementación de los planes de contingencia. El monitoreo y control del riesgo es un proceso continuo para la vida del proyecto.

Los riesgos cambian conforme el proyecto madura, nuevos riesgos se desarrollan, o riesgos anteriores desaparecen.

Los buenos procesos de monitoreo y control del riesgo proveen información que ayuda a tomar decisiones efectivas anticipándose a la ocurrencia del riesgo. Se requiere comunicar a todos los involucrados del proyecto para determinar periódicamente la aceptación del nivel del riesgo en el proyecto.

El propósito del monitoreo del riesgo es determinar si:

- Las respuestas al riesgo han sido implementadas como fueron planificadas.
- Las acciones de respuesta al riesgo son tan efectivas como se espera, o si debieran desarrollarse nuevas respuestas.
- Las suposiciones del proyecto son todavía válidas.
- La exposición al riesgo ha cambiado de su estado previo, con análisis de tendencias.
- Ha ocurrido un desencadenante de riesgo.
- Se siguen políticas y procedimientos apropiados.
- Han ocurrido o aparecido riesgos no identificados previamente.

Este monitoreo se realiza normalmente en las reuniones del equipo del proyecto. Debe asignarse a una persona responsable para que controle la ejecución de las estrategias definidas en el punto anterior, y reporte en la reunión del proyecto.

El plan de respuesta a los riesgos debe incluirse en el plan del proyecto y revisarse periódicamente para determinar si es que han aparecido nuevos riesgos que pueden afectar al proyecto (positiva o negativamente). Un elemento importante del monitoreo de los riesgos consiste en documentar las diferencias entre los sucesos previstos y los reales. Dichas diferencias deben de incluirse en el documento de lecciones aprendidas.

### **PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS SEGÚN PARETTO**

ITEM	DESCRIPCION	Impacto	Valor Impacto	Probabilidad	Valor Probabilidad	Valor de RIESGO
1	CALOR QUE ORIGINA EVAPORACION DEL AGUA	A	90	A	0.9	81
2	APARICION DEL ANGULO DE REPOSO	A	90	A	0.9	81
3	AUSENCIA DEL PROFESIONAL GEOTECNISTA - MONITOREO	A	90	A	0.9	81
4	AUSENCIA DE ESTUDIO DE SUELOS Y/O DEFICIENTE	A	90	A	0.9	81
5	SOBRESTIMACION DE LA COHESION	A	90	A	0.9	81

#### 4.2 Instrumentos de recolección de datos

Luego de especificar el tipo de estudio para el desarrollo de la tesis se aplicara como instrumento cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas acerca de los indicadores e para poder analizar la probabilidad, consecuencias y en cada actividad la magnitud de accidentes e incidentes suscitados en los últimos años.

#### 4.3 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.

El procesamiento de datos obtenidos para el análisis de riesgos en rellenar la matriz realizada para cada actividad, haciendo uso de las tablas de probabilidad y severidad según el peligro y la evaluación de los riegos.

El análisis se realizara recopilando los datos de los incidentes, accidentes suscitados para cada actividad, la magnitud de accidentabilidad.

La interpretación de los datos está dada por la tabla de matriz del Iperc Línea base generado por cada actividad, dado lo controles se iniciara los trabajos según sea el caso.

## **V. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS**

### **5.1. Presentación e interpretación de resultados**

- La interpretación de datos obtenidos para el análisis de riesgos en rellenar la matriz realizada para cada actividad, se hace uso de las tablas de probabilidad y severidad según el peligro y la evaluación de los riegos que nos designa una los controles a efectuar según el nivel de riesgo alto, medio o bajo que nos detallara en el plazo de la medida correctiva a realizar según sea el caso de cada actividad.
- El análisis de las actividades para la evaluación de aspectos ambientales se verificara con el uso de las tablas asignadas por la gradedad y probabilidad de ocurrencia en cada actividad aplicando los controles según la jerarquía de matriz de los aspectos ambientales.
- El análisis se realizara recopilando los datos de los incidentes, accidentes suscitados para cada actividad, la magnitud de accidentabilidad.
- La interpretación de los datos está dada por la tabla de matriz del Iperc Línea base generado por cada actividad, dado lo controles se iniciara los trabajos según sea el caso.

### **5.2. Discusión de resultados**

- Dada el estudio de gestión de riesgos es importante verificar cada actividad para especificar el tipo de estudio que se aplicara como instrumento cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas acerca de los indicadores para poder analizar la probabilidad, consecuencias y en cada actividad la magnitud de accidentes e incidentes suscitados en los últimos años y verificar el tipo de controles realizado y tener que implementar según la jerarquía de controles que se requiere con el formato IPERC- LINEA Base sea de los controles de riesgos de seguridad y medio ambiente.
- Se cuenta con formato para identificar, analizar y dar respuesta a los riesgos conforme a la guía del PMBOK del PMI que nos ayuda asignar los los riesgos y la evaluación de mitigar o evitar el riesgo y realizar el plan de respuesta a los riesgos de cada actividad.

## **VI. COMPROBACION DE HIPOTESIS**

### **6.1 Contrastación de hipótesis general**

Al desarrollar la metodología de análisis y gestión de riesgos mediante matrices de evaluación de riesgos y evaluación de aspectos ambientales; se minimizarían los daños según el control implementado, así como reducen tanto los tiempos y costos de construcción, pudiendo operar la presa de relaves de manera segura durante los años de operación del componente.

### **6.2 Contrastación de hipótesis específico**

Se determinó la Identificación de los riesgos del proyecto con el Iper Continuo establecido por el DS 024 que nos ayudó a la evaluación parcial y total de cada peligro identificado.

Al determinar la gestión de riesgos de la presa se aplicaron la metodología PMBOK, para hacer más eficiente y eficaz la gestión del Proyecto de construcción de la referida Presa, que por extensión sería de gran utilidad para cualquier tipo de empresa.

#### **CONCLUSIONES:**

- Se plantearon las metodologías para el análisis de gestión de riesgos aplicados para la construcción de la presa de relaves.
- Se aplicaron el IPEC línea base con matrices ambientales y de seguridad para minimizar los peligros y evaluación de riesgos en la construcción en la seguridad y medio ambiente que servirán en el periodo de ejecución y operación de la Presa de Relaves Casapalca.
- Se identificó y Analizo las Respuesta a los Riesgos con la Guía del PMBOK del PMI según la directiva N° 012-2017OSCE/CD.

#### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar técnicas y cuadros de herramientas que sean útiles para identificar, analizar, controlar y mitigar los riesgos en general.
- Se recomienda realizar la matriz de aspectos ambientales según la gravedad y probabilidad de la ocurrencia de impactos ambientales considerando las ocurrencias, incidencias que se puedan ocasionar en el proyecto del recrecimiento de la presa de relaves el porvenir Casapalca.
- Una vez que se ha identificado y analizado los riesgos, es importante definir cómo se van a financiar, es decir, si se van a suponer, retener, asegurar, transferir, evitar o diversificarse.

**Recomendaciones específicas para la gestión de riesgos**

- Identificación de los riesgos
- Identifica los daños
- Estima la probabilidad y la consecuencia de cada daño.
- Asigna e implementa medidas de control para cada riesgo.
- Trabaja en equipo y revisar los riesgos

**Recomendaciones en general para la gestión de riesgos**

- Siempre esperar lo inesperado
- Las valoraciones de riesgos no necesitan ser 100% precisas para ser útiles
- Asegurarse de planear a tiempo
- Haz planes para emergencias
- El mayor daño es casi siempre por falta de comunicación
- El daño más imprescindible se debe a la gente
- Al realizar la tarea de identificación de la presencia y naturaleza de los riesgos, se debe entender que el proceso no termina en la confección de la lista de riesgos, sino que continúa con la evaluación permanente y la aplicación dinámica del control por medio de técnicas de prevención, eliminación de condiciones de peligro y mitigación del impacto.
- En general la administración de riesgos debe ser útil para ahorrar dinero, reducir accidentes, terminar y entregar los proyectos a tiempo, reducir las posibilidades de litigación,

mejorar la actitud de los empleados, mejorar la reputación y maximizar las ganancias de la empresa.

A continuación, se mencionarán algunas de las actividades que pueden representar un riesgo para el constructor dentro de la obra y algunas recomendaciones para evitar dichos riesgos:

### **Circulación en obra**

- Cumplir con la señalización establecida.
- Para salvar claros utilizar pasarelas adecuadas.
- Asegurarse que tienen barandillas cuando estén a más de dos metros de altura.
- En rampas observar que la superficie sea antideslizante por medio de travesaños o similares.

### **Orden y limpieza**

- Colaborar en el mantenimiento del orden y limpieza del centro de trabajo.
- Acoplar los materiales correctamente. Calzar los tubos y similares para que no puedan rodar.
- Recoger la madera del descimbrado. Eliminar las puntas o remacharlas.
- No acumular escombros. Evacuarlos.

### **Protección personal**

- Utilizar el equipo de seguridad que la empresa pone a disposición.

- Mantener el equipo de seguridad en perfecto estado de conservación y cuando esté deteriorado pedir que sea cambiado por otro nuevo y correcto.
- En trabajos con riesgo de lesiones en la cabeza, utilizar el casco.
- Si se ejecuta o presencia trabajos con proyecciones, salpicaduras, deslumbramientos, etc., utilizar gafas de seguridad.
- Cuando se trabaje en alturas utilizar el cinturón de seguridad más apropiado.
- Proteger vías respiratorias y oídos.

### **Excavaciones**

- Cuando sea necesario, asegurarse que la excavación esté entibada, con un talud adecuado o protegida con otros sistemas.
- No acumular tierras o materiales junto al borde.
- Cuidado con las conducciones próximas, puede originar accidentes.
- Utilizar escaleras adecuadas para entrar o salir de ellas.
- Cuando la profundidad de la excavación supere los dos metros, colocar barandillas de protección.

### **Caídas de objetos**

- No situarse debajo de cargas suspendidas.
- Los ganchos siempre con su perno de seguridad.

- Vigilar el estado de los cables, cuerdas, etc.
- Comprobar el amarre de los andamios
- En vías de circulación y accesos, donde exista caída de objetos, asegurarse que hay marquesinas de protección.

### **Maquinaria móvil**

- Delimitar la zona de trabajo.
- Guardar las distancias de seguridad.
- No transportar personal en las máquinas.

### **Herramientas manuales**

- Utilizar las herramientas manuales sólo para sus fines específicos.  
Inspeccionarlas periódicamente.
- Las herramientas defectuosas deben ser retiradas de uso.
- No llevar herramientas en los bolsillos salvo que estén adaptadas para ello.

### **Señalización**

- Las señales no eliminan los riesgos, pero si informan sobre situaciones de la obra.
- Conocerlos.
- Respetarlas

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de caminos de bajo volumen de tránsito (aprobado por R.D. N° 026-2006-MTC/14, de fecha 30-05-2006).
2. Manual de dispositivos de control del tránsito, automotor para calles y carreteras (aprobado R.M: N° 210-2000-MTC/15.02, de fecha 03-05-2000)
3. Reglamento Nacional de edificaciones.
4. Manual de diseño de Presas. MTC.
5. Reglamento Del American Association of state highway and transportation officials (AASHTO).
6. PMBOK GUIDE. GUIA A LOS FUNDAMENTOS DE LA GERENCIA DE PROYECTOS. PMBOK. EDICIÓN 2007.
7. Guía del PMBOK del PMI según la directiva N° 012-2017OSCE/CD.
8. W. EDWARDS DEMING. “CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD: LA SALIDA DE LA CRISIS”.
9. Sistema de Gestión de MR – GEMA
10. Reglamento de Concreto. Reglamento de concreto del American Concrete Institute.
11. Expediente Técnico – Presa Casapalca.
12. Documentos bibliográficos referidos al tema.
13. DS-024-EM Reglamento de SST en Minería.

## ANEXOS

- Instrumento de recolección de información.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO A REALIZAR												
ITEM	RIESGOS IDENTIFICADOS	PROBABILIDAD			CONSECUENCIAS			MAGNITUD DEL RIESGO				
		B (BAJO)	M (MEDIO)	A (ALTO)	LD (LIGERAMENTE DAÑINO)	D (DAÑINO)	ED (EXTREMADAMENTE DAÑINO)	T (TRIVIAL)	TO (TOLERABLE)	MO (MODERADO)	I (IMPORTANTE)	IN (INTOLERABLE)
1												
2												
3												

### MATRIZ BÁSICA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11	NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE MEDIDA CORRECTIVA			
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16				ALTO	Riesgo intolerable, requiere controles inmediatos. Si no se puede controlar el PELIGRO se paralizan los trabajos operacionales en la labor.	0-24 HORAS
	Permanente	3	6	9	13	17	20				MEDIO	Iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Evaluar si la acción se puede ejecutar de manera inmediata	0-72HORAS
	Temporal	4	10	14	18	21	23				BAJO	Este riesgo puede ser tolerable.	1 MES
	Menor	5	15	19	22	24	25						
				A	B	C	D				E		
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda						
			FRECUENCIA										

### MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS AMBIENTALES

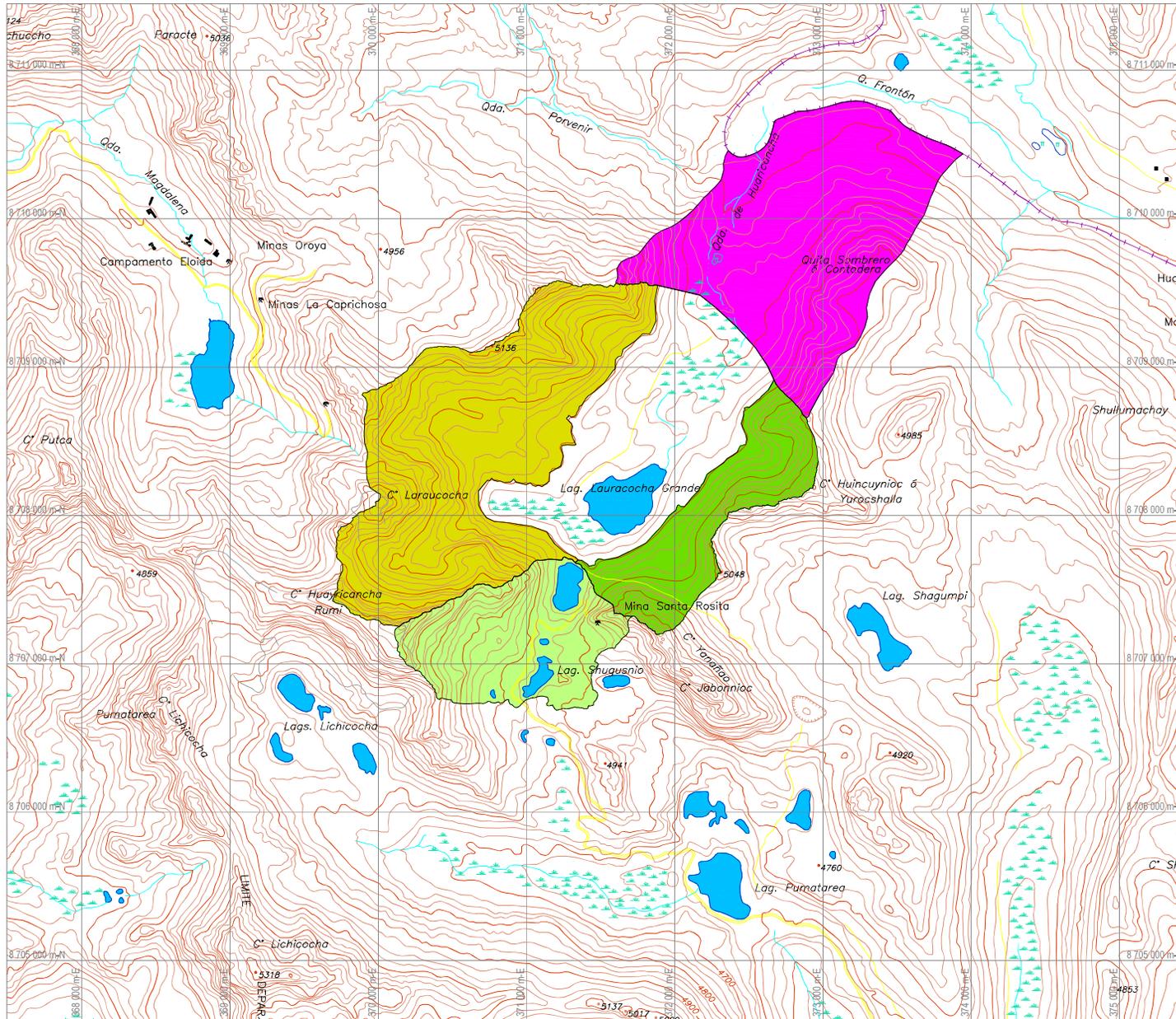
GRAVEDAD		A	B	C	D	E
CATASTROFICO	1	1	2	4	7	11
CRITICO	2	3	5	8	12	16
SERIO	3	6	9	13	17	20
MARGINAL	4	10	14	18	21	23
NO SIGNIFICATIVO	5	15	19	22	24	25
		A	B	C	D	E
MATRIZ DE EVALUACION DE ASPECTOS AMBIENTALES		Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
		PROBABILIDAD				



<b>Anexo N° 01</b>							
<b>Formato para identificar, analizar y dar respuesta a riesgos</b>							
<b>1</b>	<b>NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO</b>	Número					
		Fecha					
<b>2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	Nombre del Proyecto					
		Ubicación Geográfica					
<b>3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS</b>							
<b>3.1</b>	<b>CÓDIGO DE RIESGO</b>						
<b>3.2</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RIESGO</b>						
<b>3.3</b>	<b>CAUSA(S) GENERADORA(S)</b>	Causa N° 1					
		Causa N° 2					
		Causa N° 3					
<b>4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS</b>							
<b>4.1</b>	<b>PROBABILIDAD DE OCURRENCIA</b>			<b>4.2</b>	<b>IMPACTO EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>		
	Muy baja	0.10			Muy bajo	0.05	
	Baja	0.30			Bajo	0.10	
	Moderada	0.50			Moderado	0.20	
	Alta	0.70			Alto	0.40	
	Muy alta	0.90			Muy alto	0.80	
<b>4.3</b>	<b>PRIORIZACIÓN DEL RIESGO</b>						
	Puntuación del Riesgo = Probabilidad x Impacto		<b>0.000</b>	Prioridad del Riesgo			
<b>5 RESPUESTA A LOS RIESGOS</b>							
<b>5.1</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	<b>Mitigar Riesgo</b>			<b>Evitar Riesgo</b>		
		<b>Aceptar Riesgo</b>			<b>Transferir Riesgo</b>		



- Consentimiento informativo
  - Matriz del Ipec Línea base – DS. 024 – 2016
  - IPERC – LINEA BASE según del DS-024-EM Reglamento de SST en Minería, aplicaciones de controles para mitigar los riesgos existentes en construcción de presas de relave.
  - Formato para Identificar, Analizar y dar Respuesta a los Riesgos” de la Directiva N° 012-2017OSCE/CD - conforme a la Guía del PMBOK del PMI.
  
- Planos y detalles de actividades a desarrollarse en el proyecto de la Presa de relaves.



### UBICACIÓN



#### PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS MICROCUENCA OESTE DE LA PRESA N° 4

Área total de la microcuenca	2 57 Km <sup>2</sup>
Perímetro de la microcuenca	9 43 Km
Elevación máxima	5 585 m.s.n.m
Elevación mínima	4 800 m.s.n.m

#### PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS MICROCUENCA ESTE DE LA PRESA N° 4

Área total de la microcuenca	0 88 Km <sup>2</sup>
Perímetro de la microcuenca	5 56 Km
Elevación máxima	5 198 m.s.n.m
Elevación mínima	4 800 m.s.n.m

#### PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS MICROCUENCA NORTE DE LA PRESA N° 4

Área total de la microcuenca	2 32 Km <sup>2</sup>
Perímetro de la microcuenca	6 95 Km
Elevación máxima	5 045 m.s.n.m
Elevación mínima	4 540 m.s.n.m

#### PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS MICROCUENCA SUR DE LA PRESA N° 4

Área total de la microcuenca	1 06 Km <sup>2</sup>
Perímetro de la microcuenca	4 73 Km
Elevación máxima	5 385 m.s.n.m
Elevación mínima	4 808 m.s.n.m

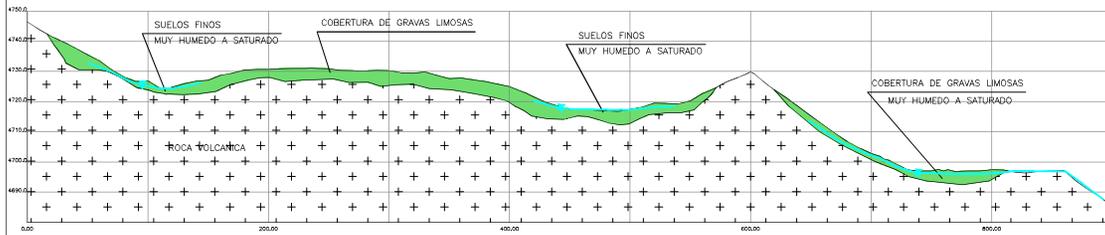
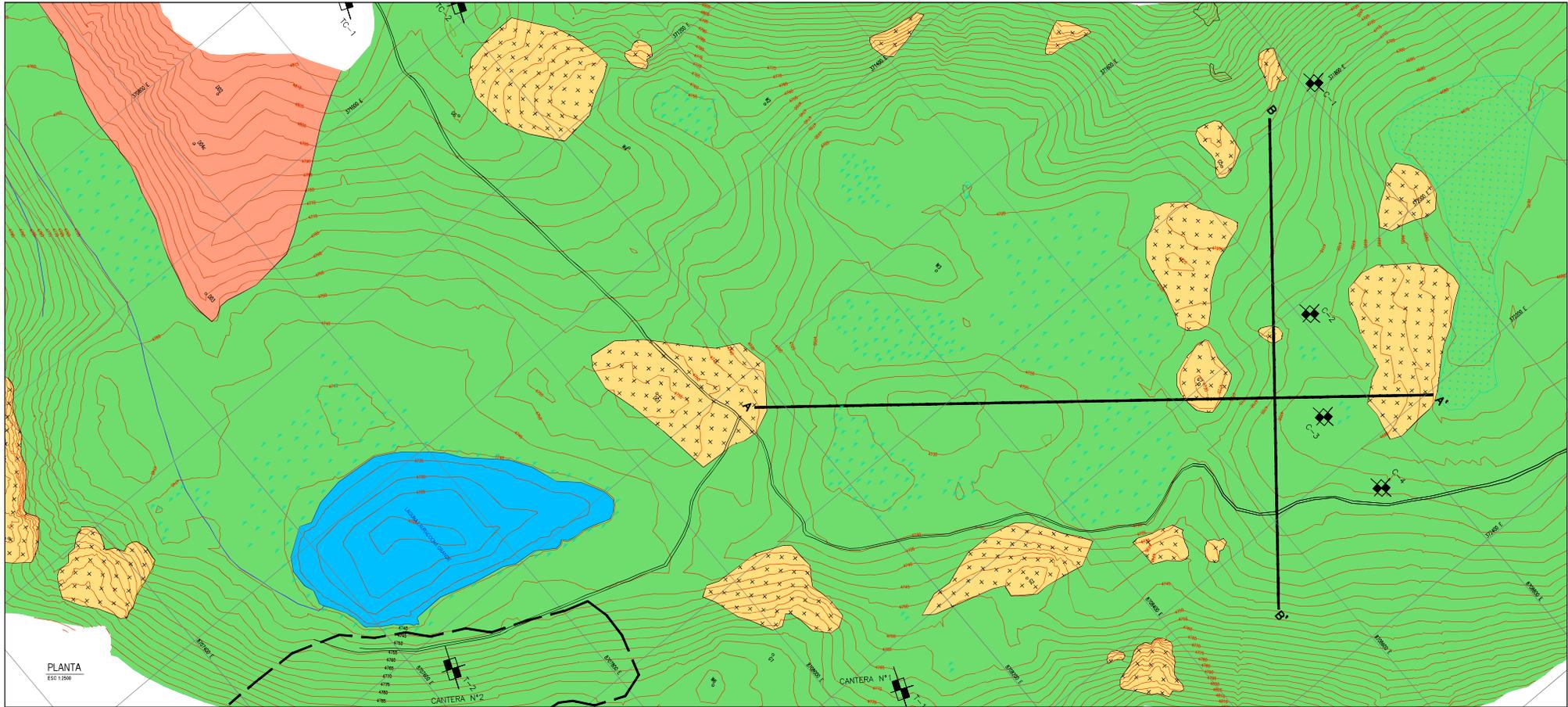
### LEYENDA

Descripción	Símbolos
Microcuencas Oeste de la Presa N° 4	[Yellow box]
Microcuencas Este de la Presa N° 4	[Green box]
Microcuencas Norte de la Presa N° 4	[Magenta box]
Microcuencas Sur de la Presa N° 4	[Light green box]
Divorcios acuosos	[Blue wavy line]
Curvas de nivel primaria	[Red line]
Curvas de nivel secundaria	[Brown line]
Carretera	[Yellow line]
Lagunas	[Blue area]
Quebrada	[Blue line with triangles]
Bofedales	[Green area]
Presas N° 4	[Dam symbol]
Ferrocarril	[Black line with cross-ticks]
Centros poblados	[Black square]
Monte	[Black triangle]

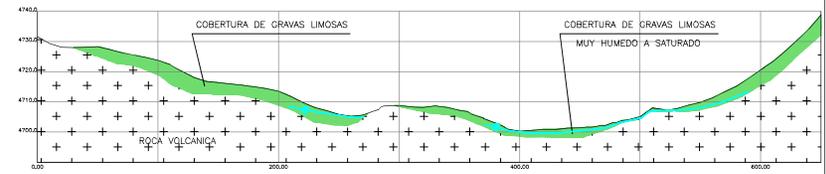
Escala gráfica: 1:20,000



	UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"	ESCALA INDICADA		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	LAMINA
	UNIDAD: CASAPALCA PREPARADO: BACH. DAYGRO HILTON PATAN YALLI DIBUJO CAD:	FECHA: MARZO - 2019 ARCHIVO:		ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA PRESA EL PORVENIR PLANO DELIMITACIÓN MICROCUENCAS EL PORVENIR	



SECCION A-A  
ESC 1:2500, V 1:500



SECCION B-B  
ESC 1:2500, V 1:500

NOTAS:

- 1.- FLUIDO GLACIAL - MATERIALES GRANULARES, GRAVAS ARCILLOSAS/GRAVAS LIMOSAS (GM, GC), MUY HUMEDAS,  $IP=11$ , ALTO CONTENIDO DE MATERIAL MAYOR A  $3^\circ$  EN  $30\%$  DE  $T_{MAX}=0.50M$
- 2.- MATERIAL LACUSTRE (FLUIDO-GLACIAL) - ESPESOR DE HASTA 5m DE MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS MUY HUMEDOS A SATURADOS CON MATERIA ORGANICA, SOBRYECE AL VOLCANICO
- 3.- ROCA SEDIMENTARIA (FM CASAPALCA, ARENSIDAS Y LUTITAS) - ESPESOR DE 0.5 A 1.5 DE COBERTURA DE ARCILLA DELGADA ARENOSA CON GRAVAS DE FORMA ANGULOSA AISLADA.
- 4.- ROCA VOLCANICA (FM CARLOS FRANCISCO) - DURAS, POCO FRACTURAMIENTO Y POCO ALTERADAS.
- 5.- MATERIAL DE PRESTAMO (CANTERA N°2) - FLUIDOGLACIALES Y COLUVALES. GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA, GRAVAS Y BLOQUES DE FORMA ANGULOSA, NO PLASTICA, GRAVAS=46.6%, ARENA=45.6%, FINOS=7.6% O.C.H=8.0%, M.D.S=2.271 GR/CM3



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SAN LUIS GONZAGA"



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

LEYENDA:	
	FLUIDO-GLACIAL
	MATERIAL LACUSTRE
	ROCA SEDIMENTARIA
	ROCA VOLCANICA

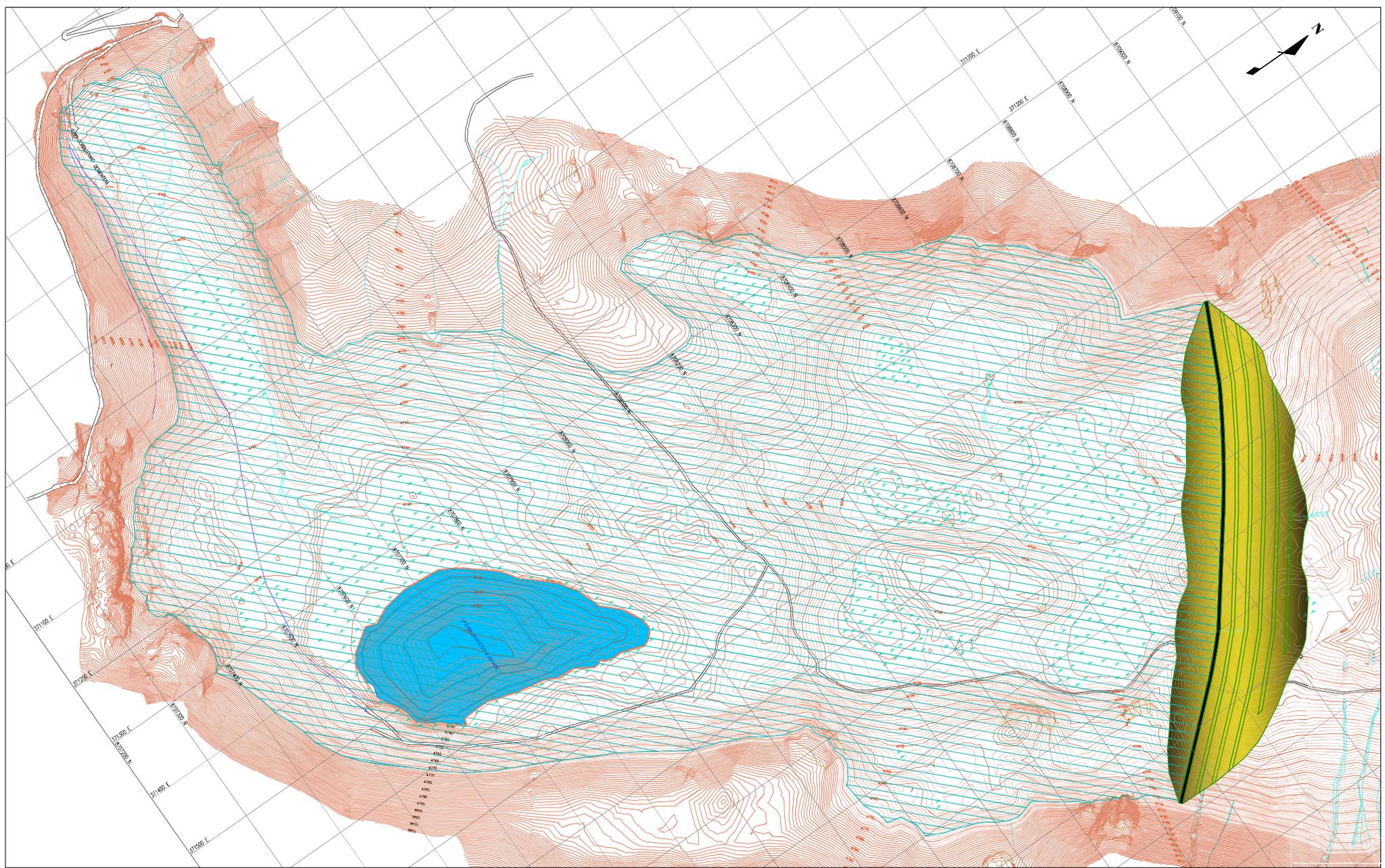
	CALICATA
	TRINCHERA

PLANO:  
ZONIFICACION GEOTECNICA

DISEÑO: BACH. DAYRO NILTON PATAN YALLI  
DIBUJO: BACH. DAYRO NILTON PATAN YALLI  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2019  
TOPOGRAFIA: CIA. MINERA CASAPALCA

PRESA DE RELAVES EL PORVENIR

LAMINA:  
GE-01



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SAN LUIS GONZAGA"



FACULTAD DE  
INGENIERIA CIVIL

LEYENDA:

 VASO DE LA PRESA

 CUERPO DE LA PRESA

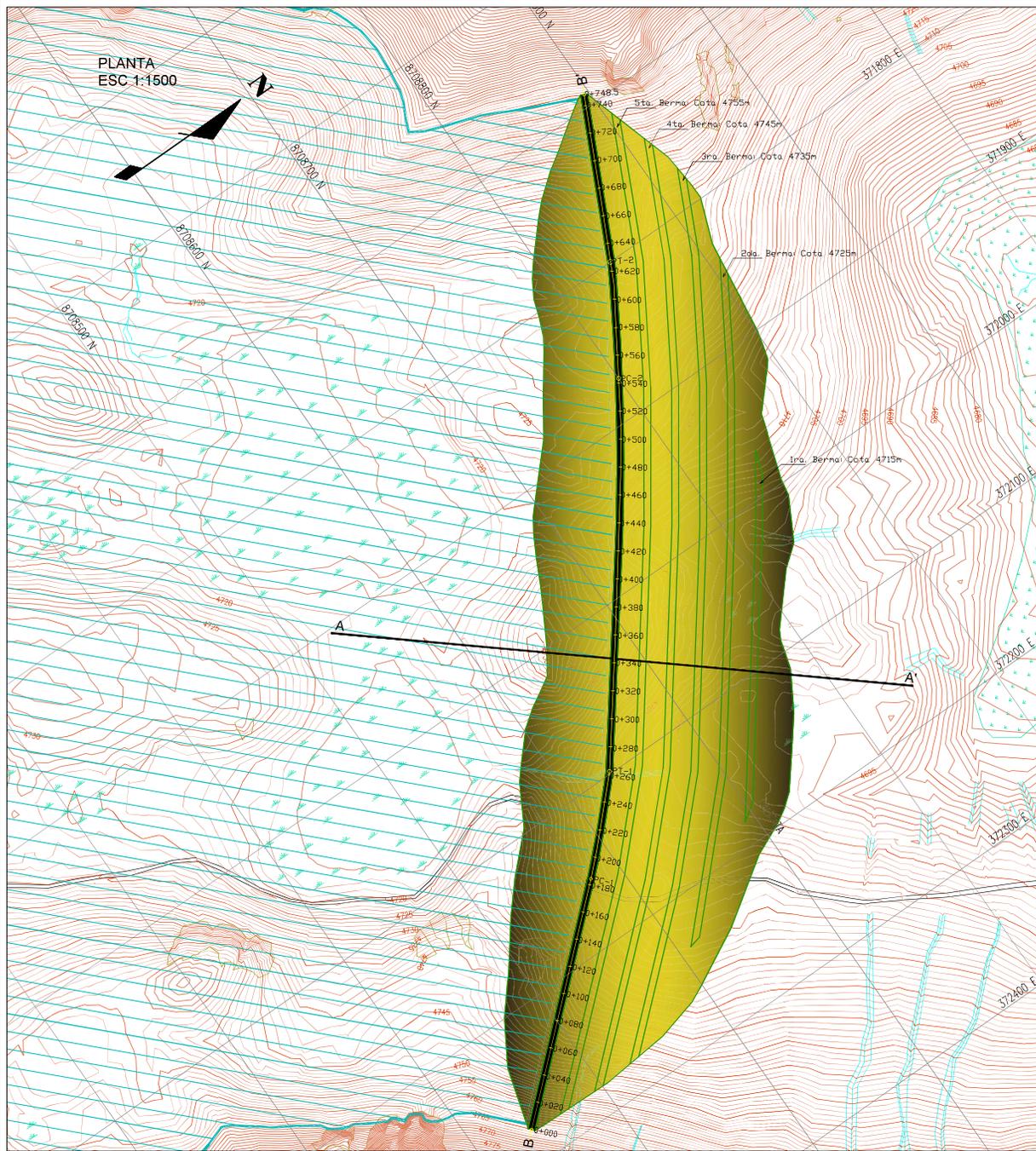
CIA. MINERA CASAPALCA S.A.  
PRESA DE RELAVES EL PORVENIR

DISEÑO: BACH. DAYRO NILTON PAITAN YALLI  
DIBUJO: BACH. DAYRO NILTON PAITAN YALLI  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2019  
TOPOGRAFIA: CIA. MINERA CASAPALCA

PLANO:  
PLANTA GENERAL

LAMINA:  
A-01

PLANTA  
ESC 1:1500



ESPECIFICACIONES

- 1.- MATERIAL DE CANTERA  
Grava limosa compactada al 90% de la Maxima Densidad Seca y al Optimo Contenido de Humedad respecto al PROCTOR MODIFICADO, con un  $T_{max}=3"$ .  
Posee muy buena resistencia cortante.
- 2.- MATERIAL PARA SUB-DREN  
Materiales petreos cuyos tamaños varían entre 3" y 1/2".

EJE DE LA PRESA		
PUNTO	E (m)	N (m)
B	372276	8708441
PC-1	372153	8708579
PT-1	372099	8708633
PC-2	371870	8708800
PT-2	371802	8708843
B'	371691	8708896

LEYENDA:

 VASO DE LA PRESA

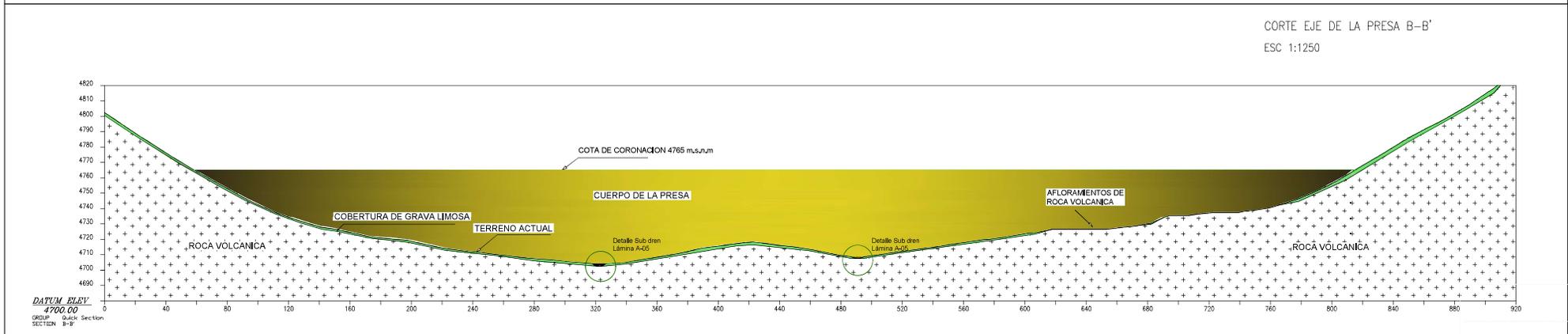
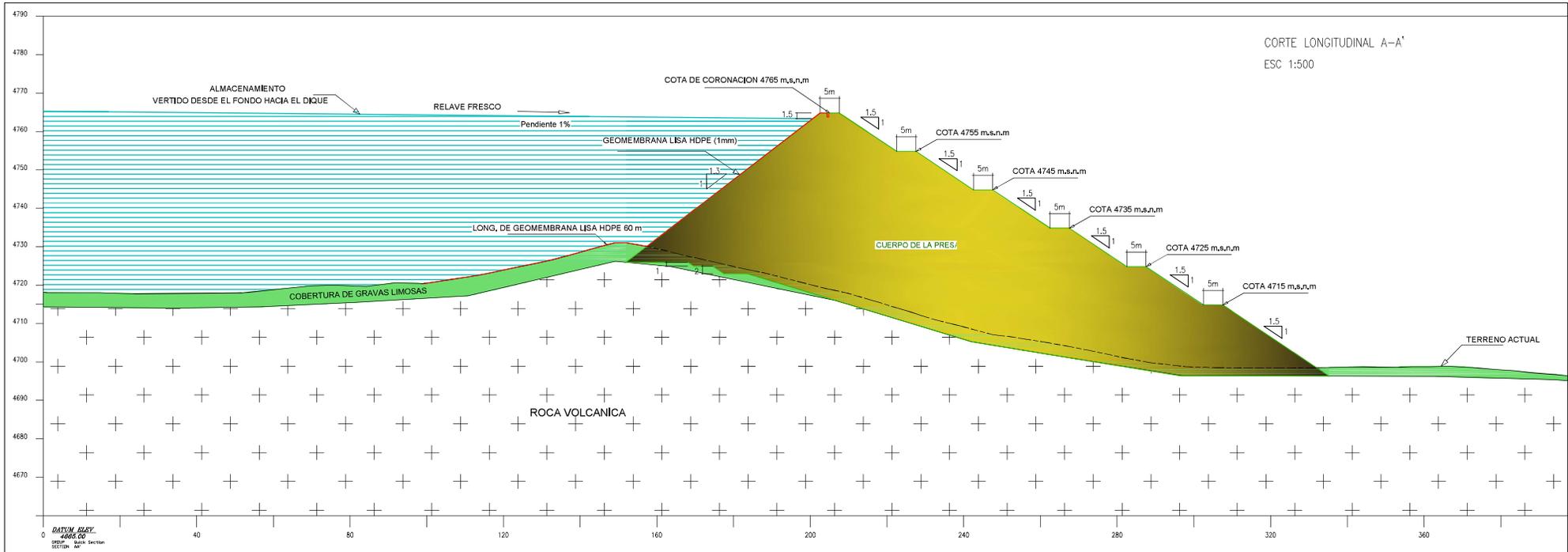
 CUERPO DE LA PRESA

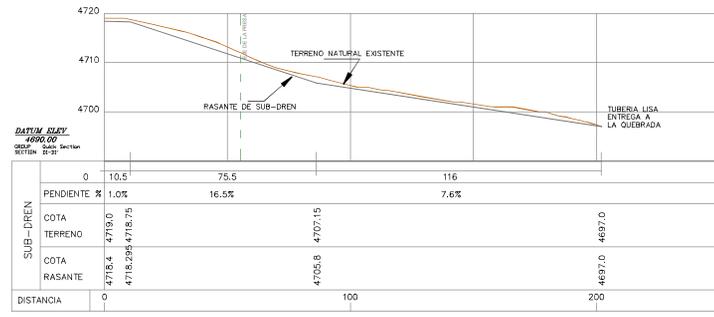
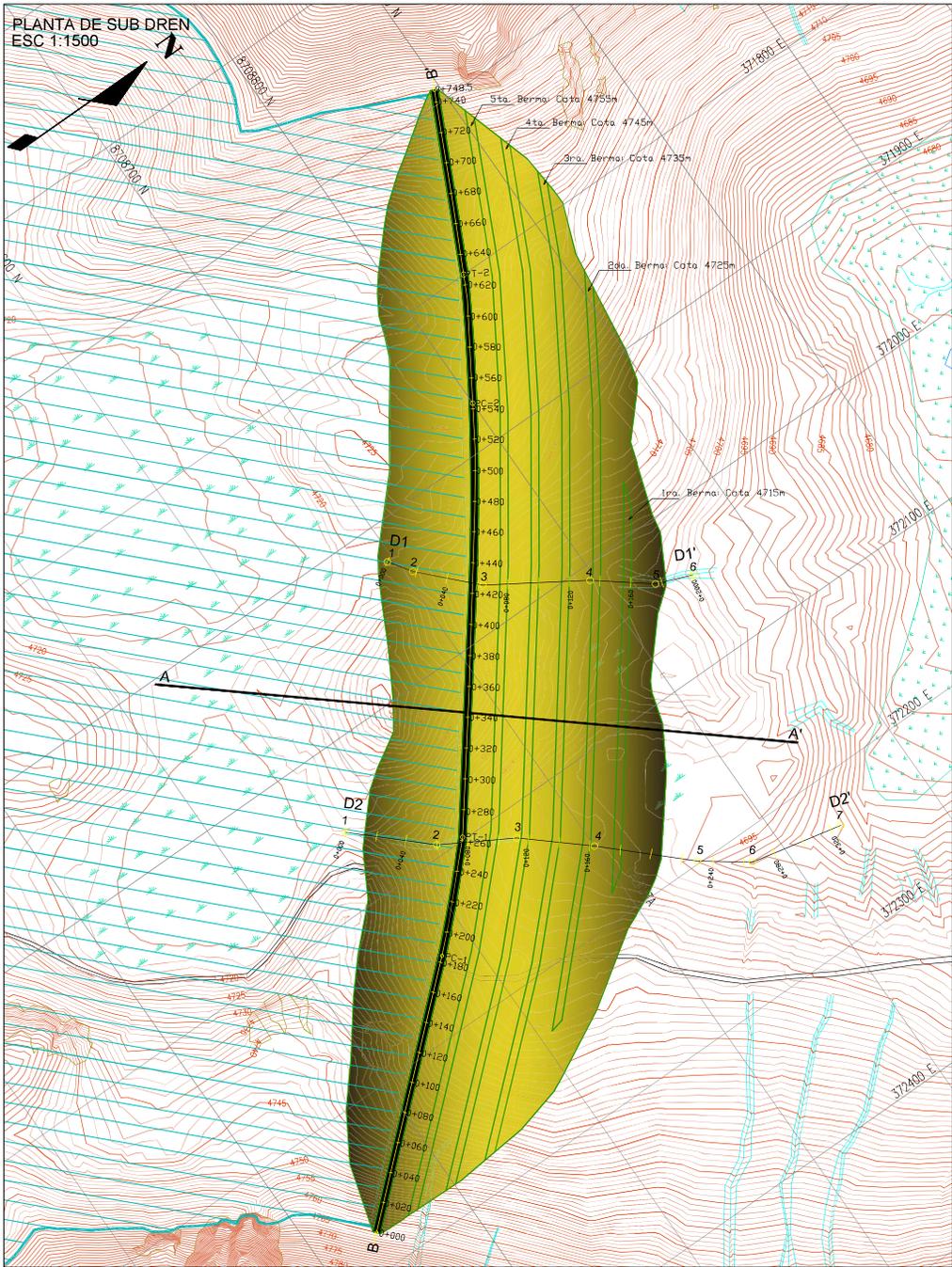
 UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SAN LUIS GONZAGA"
 
  
 CIA. MINERA CASAPALCA S.A.  
PRESA DE RELAVES N°4

DISEÑO BACH. DAYGRO NILTON PAITAN YALLI  
 DIBUJO BACH. DAYGRO NILTON PAITAN YALLI  
 ESCALA INDICADA  
 FECHA ENERO 2019  
 TOPOGRAFIA CIA. MINERA CASAPALCA

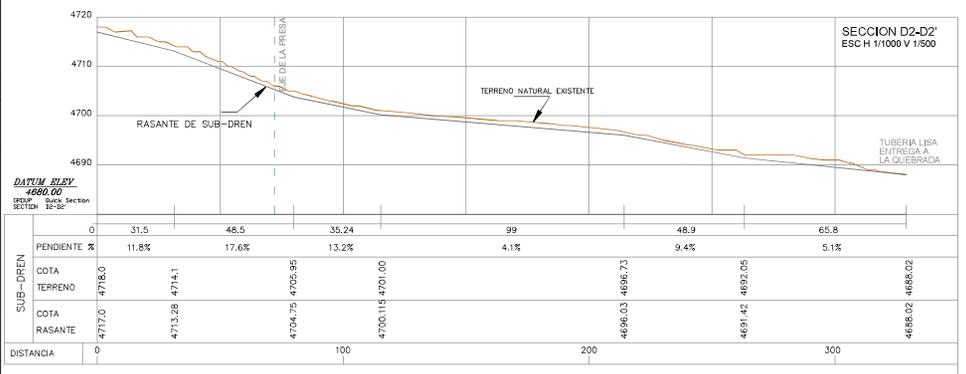
PLANO:  
 DIQUE PRINCIPAL  
 PLANTA

LAMINA:  
 A-02





SECCION D1-D1'  
ESC H 1/1000 V 1/500

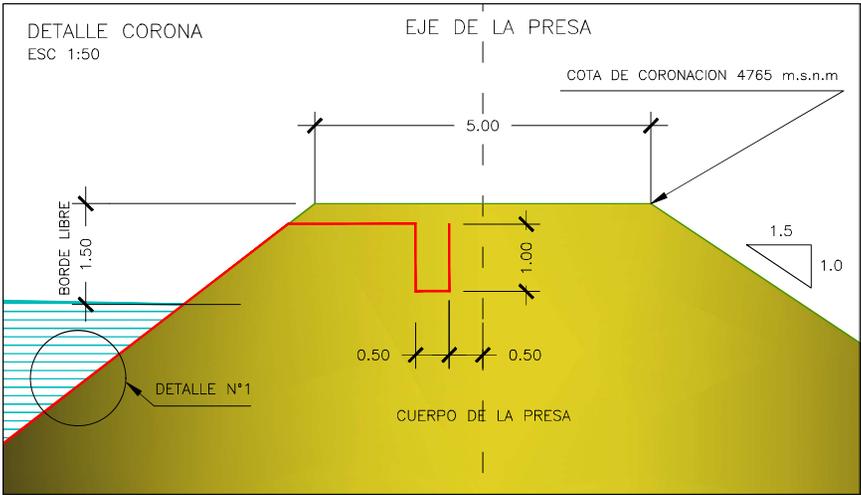


SECCION D2-D2'  
ESC H 1/1000 V 1/500

EJE - SUB DREN D1-D1'		
PUNTO	E (m)	N (m)
1	371924.14	8708695.53
2	371938.73	8708706.16
3	371971.92	8708757.77
4	372009.41	8708797.53
5	372035.57	8708829.99
6	372044.847	8708853.00

EJE - SUB DREN D2-D2'		
PUNTO	E (m)	N (m)
1	372051.99	8708572.823
2	372092.69	8708616.745
3	372118.86	8708661.97
4	372151.96	8708700.149
5	372198.23	8708749.185
6	372219.32	8708778.006
7	372232.68	8708838.629

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"</p>	 <p>CIA. MINERA CASAPALCA S.A. PRESA DE RELAVES N° 4</p>	<p>DESEÑO BACH. DAYGRO NILTON PAITAN YALLI</p>	<p>PLANO: <b>SUB DREN</b> PLANTA Y SECCIONES</p>	<p>LAMINA: <b>A-04</b></p>
		<p>DIBUJO BACH. DAYGRO NILTON PAITAN YALLI</p>		
		<p>ESCALA INDICADA</p>		
		<p>FECHA ENERO 2019</p>		
		<p>TOPOGRAFIA CIA. MINERA CASAPALCA</p>		

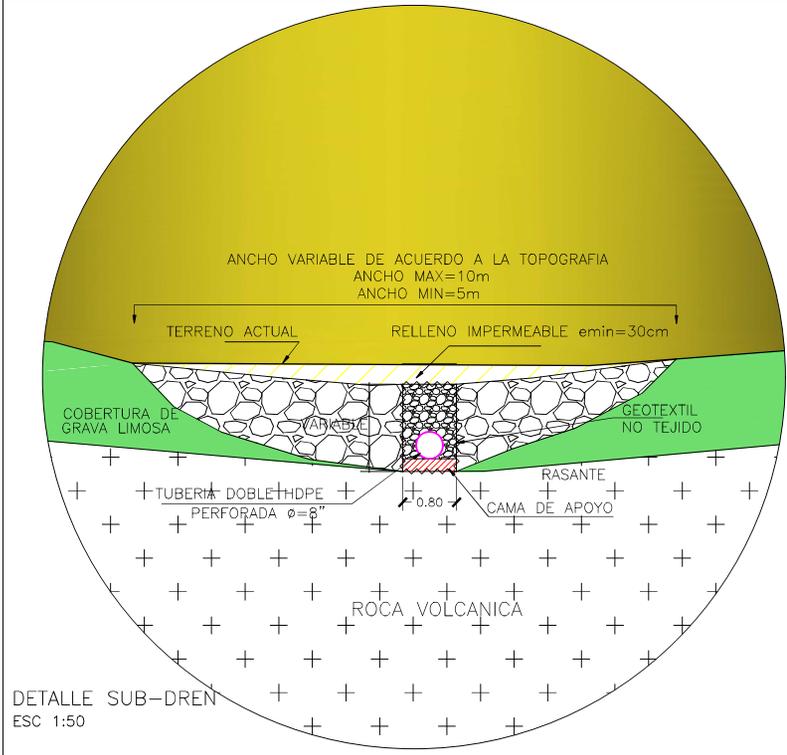


**GEOMEMBRANA HDPE LISA PROPIEDADES - MINIMAS DEL MATERIAL**

Item	Propiedad	Metodo de Ensayo	Valor 40/60/80	Unidades (mil)
a.-	Espesor (Mínimo de 10 ensayos)	ASTM D5199	36/54/72	mil
b.-	Densidad (Mínima)	ASTM D1505	0,94	g/cc
c.-	Propiedades de Tracción (Promedio Mínimo)	ASTM D638 (1) Tipo IV		
	Resistencia a la Tracción a Fluencia (2)		84/126/168	lbs/pulg de ancho
	Resistencia a la Tracción a Rotura		152/228/304	lbs/pulg de ancho
	Elongación a la Fluencia		12	%
	Elongación a la Rotura		560	%
d.-	Resistencia al Desgarro (Promedio Mínimo)	ASTM D1004	28/42/56	lbs
e.-	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D4833	72/108/144	lbs
	(Promedio Mínimo)			
f.-	Resistencia a grietas de tracción.	ASTM D5397, Appendix, Punto Simple (3) - 30% fluencia, 20% abertura -	2000	Horas
g.-	Contenido de negro de carbón de gas natural (mínimo)	ASTM D1603	2,0 - 3,0	%
h.-	Dispersión de negro de carbón de gas natural	ASTM D5596	Ver nota (4)	

**Notas:**

- Los valores promedio para Dirección de la Máquina (DM) y Dirección Transversal de la Máquina (DTM) deberán estar basados en 5 probetas en cada sentido. La elongación de fluencia se calcula usando una longitud de muestra de 33 mm (1,3'). La elongación de rotura se calcula usando una longitud de muestra de 50 mm (2').
- Los ensayos de resistencia del material se realizarán a una velocidad de 2 pulgadas por minuto.
- Curva completa hasta calidad de resina nueva.
- Dispersión de negro de humo de gas natural para 10 vistas distintas (mínimo 8 de 10 en categorías 1 6 2, todas las 10 en categorías 1, 2, 6 3)

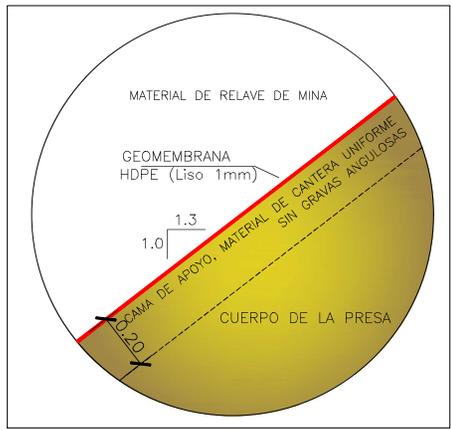


**PROPIEDADES DEL GEOTEXTIL**

Propiedad de la Tela	Examen ASTM	Valor
Grosor	D1777	95 mils.
Peso Unitario	D3776	8 ozs./sq.yd.
Esfuerzo de Gancho (MD/CD)*	D4632	210 lbs.
Alargamiento de Gancho (MD/CD)*	D4632	>60%
Esfuerzo de Rompimiento (Mullen)	D3786	360 psi
Permeabilidad (k)	D4491	0.33cm/sec
Tamaño Equivalente de Abertura	D4751	70 tamaño de tamiz

\* MD = Dirección de la Máquina CD=Dirección Transversal de la Máquina

\*\* Las uniones deben tener un traslape de 150mm, como mínimo.



**DETALLE SUB-DREN**  
ESC 1:50

**DETALLE N°1**

OBSERVACIONES:  
INGENIERIA DE DETALLE

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**LEYENDA:**

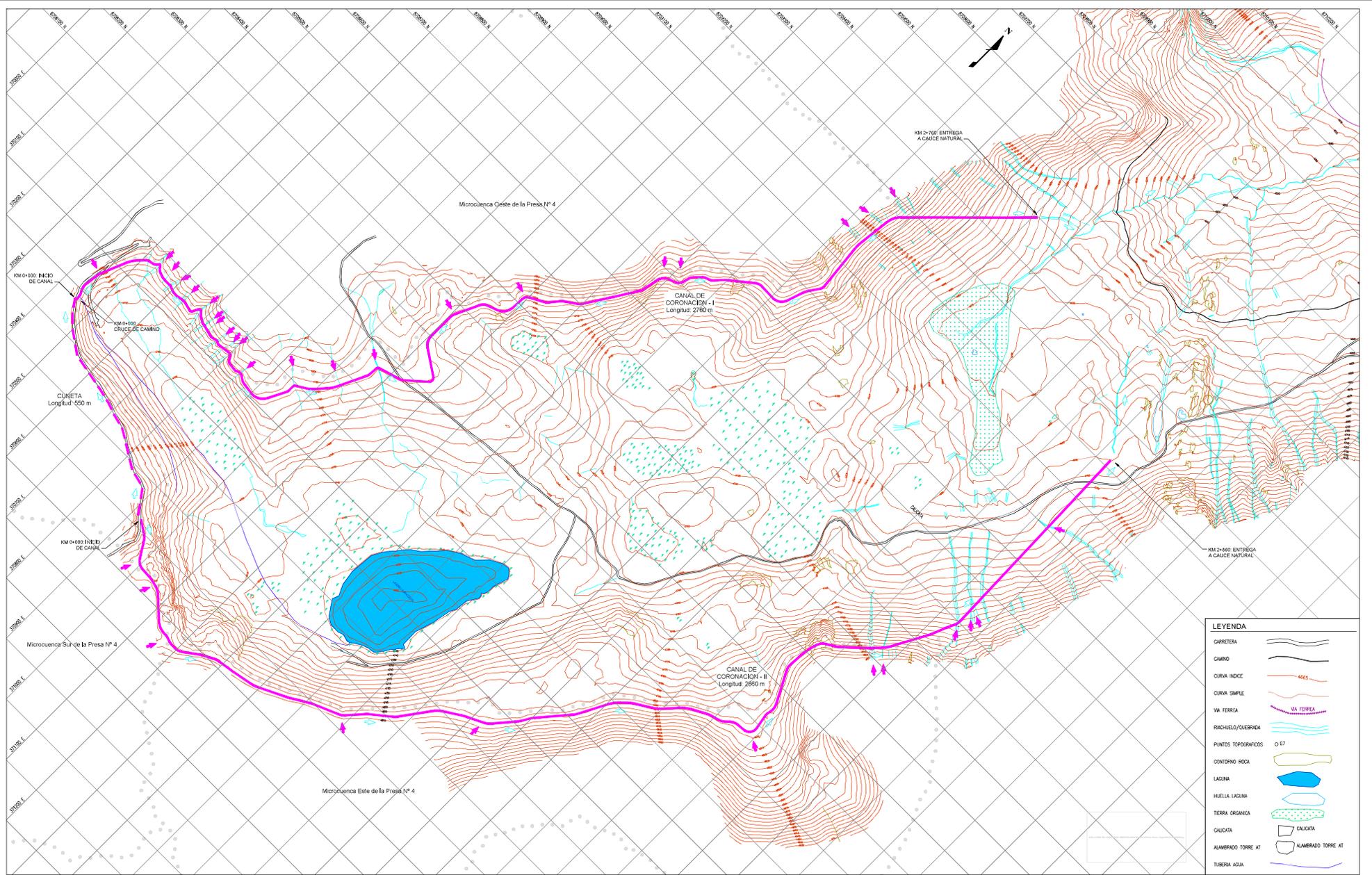
- GEOMEMBRANA
- GEOTEXTIL NO TEJIDO
- VASO DE LA PRESA
- CUERPO DE PRESA
- ROCA VOLCANICA
- COBERTURA DE GRAVA LIMOSA


 UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SAN LUIS GONZAGA"  
PRESA EL PORVENIR  
COTA : 4765 m.s.n.m

DISEÑO: BACH. DAYRO NILTON PAITAN YALLI  
 DIBUJO: BACH. DAYRO NILTON PAITAN YALLI  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: ENERO 2019  
 TOPOGRAFIA: CIA. MINERA CASAPALCA

PLANO:  
**DETALLES**

LAMINA:  
**A-05**



**PLANTA DE DRENAJE**

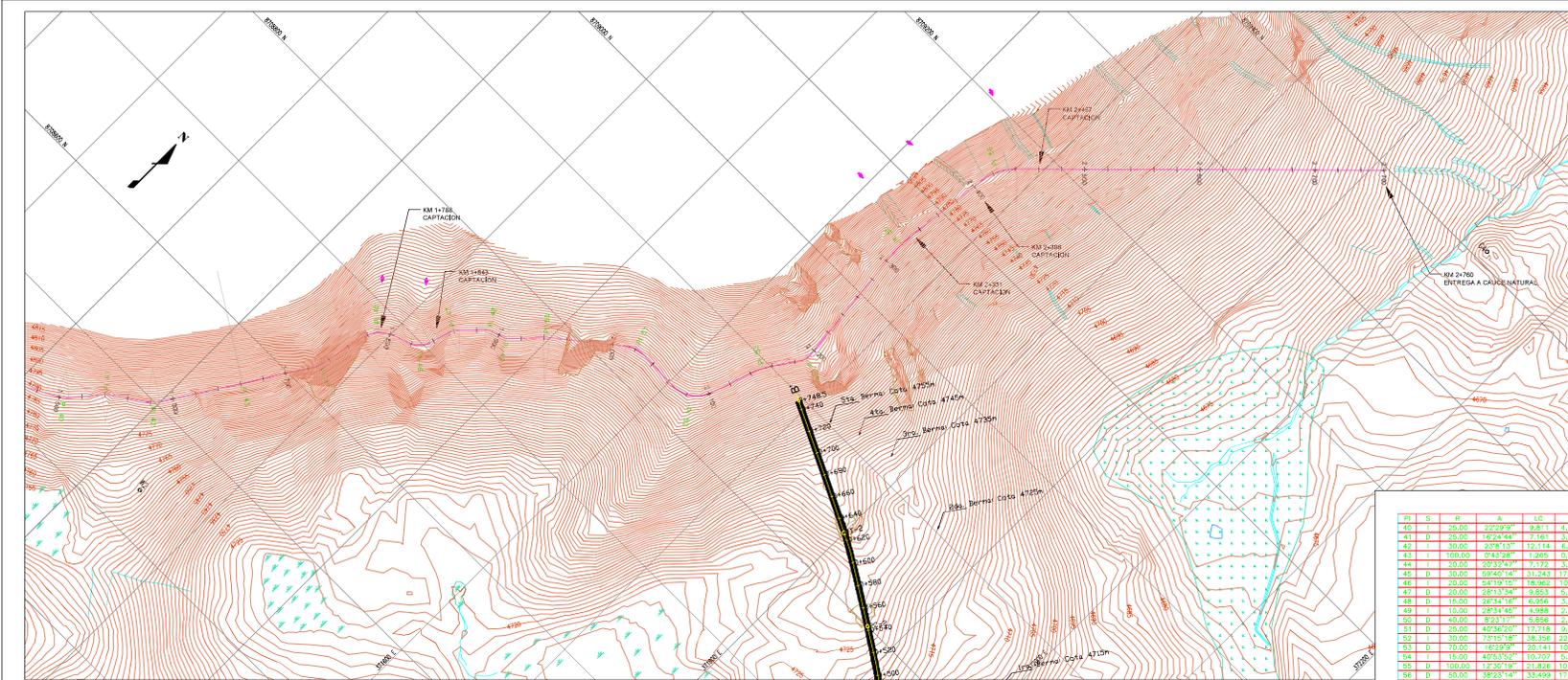
Escala en Metros  
Eje HxV: 1:4,000  
0 50 100 200m

**NOTAS**

- 1.- LAS UNIDADES EN LOS PLANOS ESTAN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL.
- 2.- LA CUADRICULA ESTA REPRESENTADA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 18.
- 3.- BASE TOPOGRAFICA PROPORCIONADA POR COMPAÑIA MINERA.
- 4.- TODAS LAS COTAS Y COORDENADAS EN ESTE PLANO DEBERAN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

 UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		<b>ESCALA INDICADA</b> 		 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
<b>UNIDAD</b> CABAPALCA		<b>FECHA</b> MARZO - 2019		ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA PRESA EL PORVENIR	
<b>PREPARADO</b> BACH. DAYGO NILTON PAITAN YALLI		<b>ARCHIVO</b>		PLANO DELIMITACIÓN MICROCUENCAS PRESA EL PORVENIR	
<b>DIBUJO CAD</b>				<b>LAMINA</b> H-1	

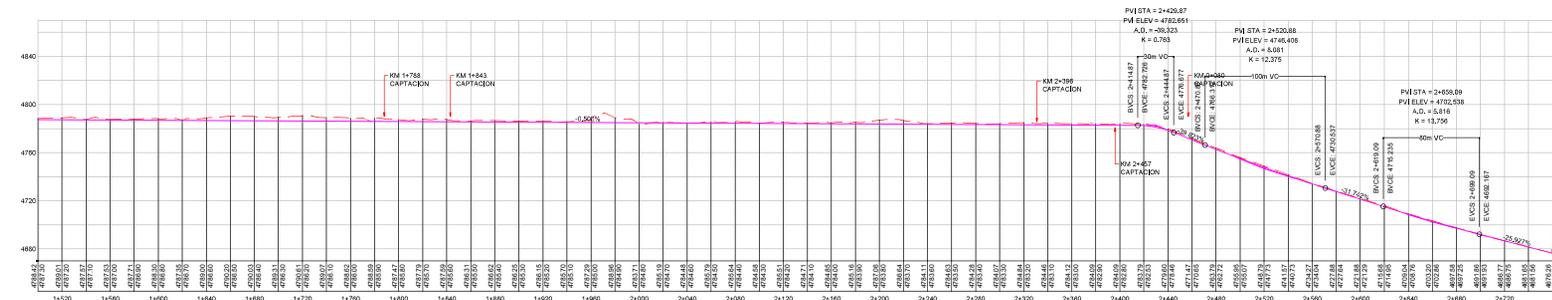
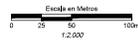




LEYENDA	
CARRERA	
CAMINO	
CURVA INDICE	
CURVA SIMPLE	
VA FERREA	
RACHUELO/QUEBRADA	
PUNTOS TOPOGRAFICOS	
CONTORNO ROLA	
LADINA	
HUELLA LADINA	
TERRA ORGANICA	
CAUCITA	
ALAMBRADO TORRE AT	
TERRERA AGUA	

PI	S	R	A	LC	T	E	PC	PT	PI	ESTE	NORTE
40	D	25.00	2229°09"	28.11	4.870	0.480	14488.76	14008.53	14553.73	37126.80	8708448.243
41	D	25.00	1024°44"	71.61	3.055	0.259	14537.73	14544.90	14541.04	3712622.09	8708476.439
42	D	30.00	238°13"	172.14	6.141	0.622	14576.31	14588.42	14582.45	37126248	8708498.579
43	D	100.00	243°20"	1.265	0.638	0.202	14661.18	14662.44	14661.81	37126376.93	8708520.531
44	D	50.00	223°43"	73.72	3.676	0.326	14727.46	14735.63	14731.08	37126476.746	8708524.330
45	D	30.00	69°40°14"	17.43	19.268	48.84	14733.23	14806.47	14790.65	37126526.858	8708526.939
46	D	20.00	54°19°15"	15.962	10.201	35.479	14817.95	14858.31	14826.21	37126624.949	8708535.872
47	D	20.00	28°13°54"	9.853	5.078	0.622	14854.95	14864.80	14859.98	37126735.047	8708542.794
48	D	15.00	22°14°18"	6.266	3.542	0.412	14885.99	14903.90	14896.51	37126826.903	8708549.550
49	D	10.00	28°34°45"	4.988	2.547	0.319	14904.65	14929.84	14907.20	37126935.055	8708556.878
50	D	49.66	223°17°18"	2.559	2.833	0.100	14938.29	14944.72	14941.83	37126977.076	8708560.308
51	D	25.00	42°36°20"	17.178	9.249	1.654	14911.28	14959.99	14920.53	37126983.931	8708562.424
52	I	30.00	72°15°18"	38.354	22.302	7.382	14642.62	14702.97	14682.27	37126975.771	8708567.195
53	D	70.00	129°09°04"	231.141	133.141	0.731	14414.83	14463.61	14451.81	37126848.002	8708568.391
54	I	15.00	40°33°52"	10.707	5.593	1.009	14184.22	14194.93	14189.81	37126705.991	8708572.731
55	D	100.00	12°20°18"	73.426	10.990	0.308	14240.79	14252.66	14248.83	37126520.701	8708575.682
56	D	50.00	38°23°14"	33.499	11.456	3.243	14240.78	14244.58	14242.79	37126701.633	8708579.889

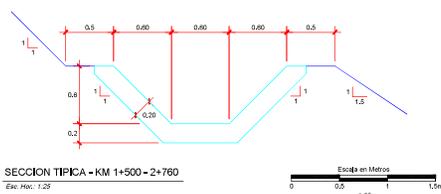
CANAL DE CORONACION - MARGEN IZQUIERDA - PLANTA  
Escala: 1:4,000



CANAL DE CORONACION - MARGEN IZQUIERDA - PERFIL  
Escala: 1:4,000

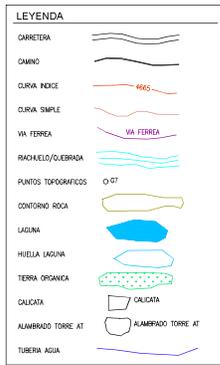
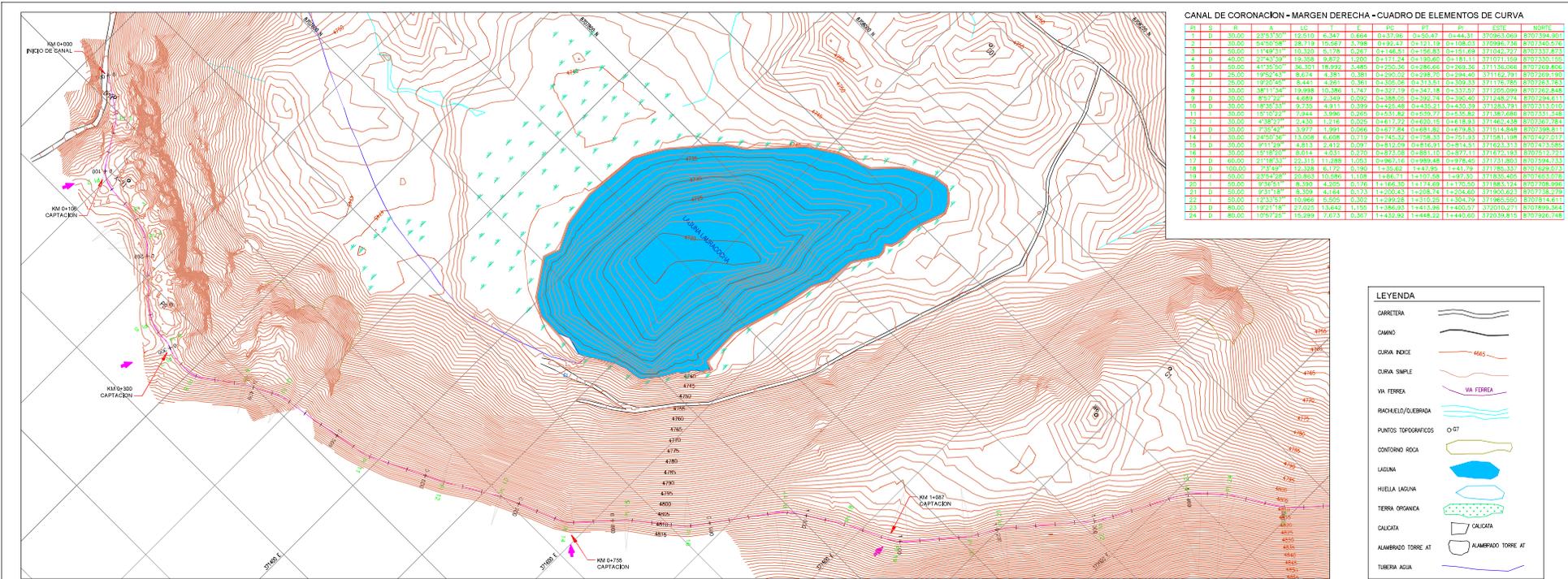


- NOTAS
- 1.- LAS UNIDADES EN LOS PLANOS ESTAN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL.
  - 2.- LA CUADRICULA ESTA REPRESENTADA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM MED 84 ZONA 18.
  - 3.- BASE TOPOGRAFICA PROPORCIONADA POR COMPAÑIA MINERA.
  - 4.- TODAS LAS COTAS Y COORDENADAS EN ESTE PLANO DEBERAN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

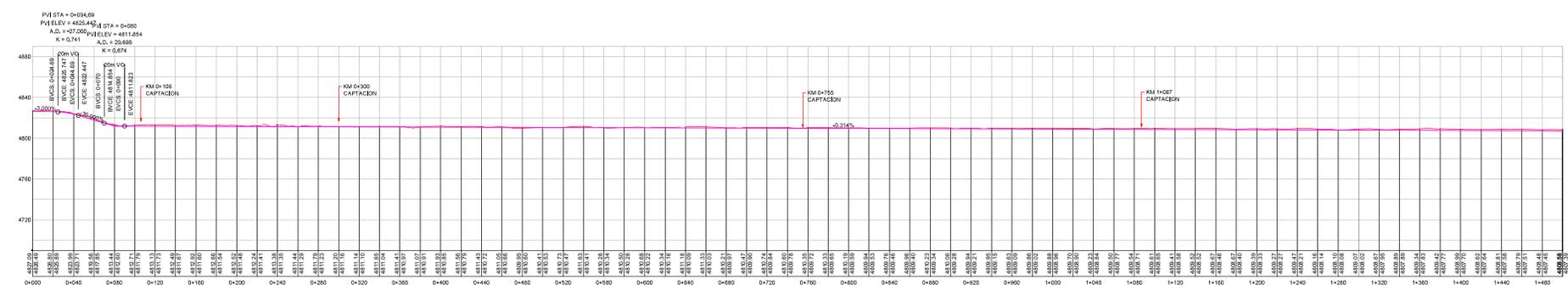
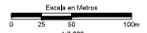


SECCION TIPICA - KM 1+500 - 2+760  
Escala: 1:25

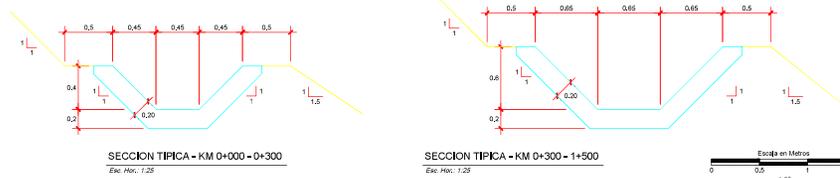
	UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
	<b>UNIDAD</b> CASAPALCA <b>PREPARADO</b> BACH. DAYRO NILTON PATIAN YALLI <b>DIBUJO CAD</b> BACH. DAYRO NILTON PATIAN YALLI		<b>ESCALA INDICADA</b>  <b>FECHA</b> MARZO - 2019 <b>ARCHIVO</b>



CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA - PLANTA  
Escala: 1:2,000

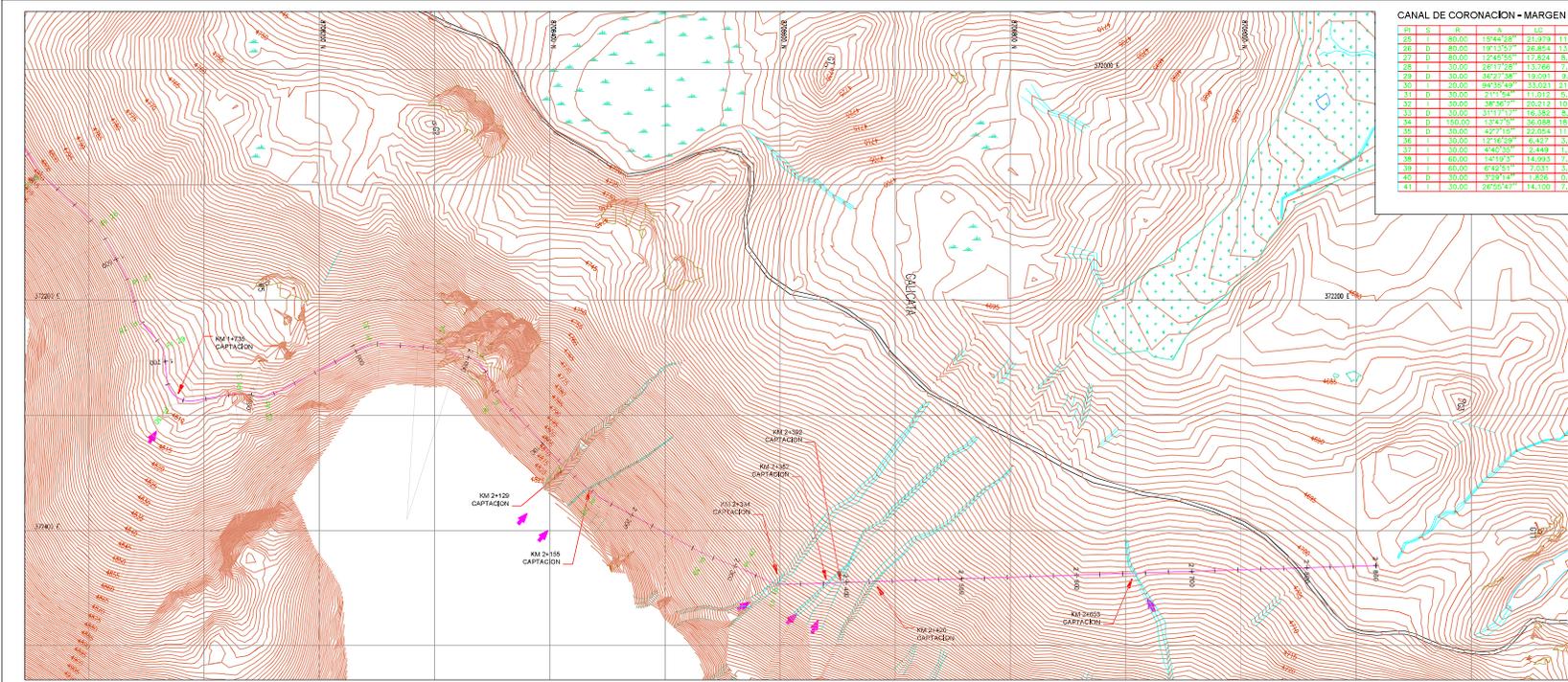


CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA - PERFIL  
Escala: 1:2,000



- NOTAS**
1. LAS UNIDADES EN LOS PLANOS ESTÁN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL.
  2. LA CUADRICULA ESTÁ REPRESENTADA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM MDS 84 ZONA 18.
  3. BASE TOPOGRÁFICA PROPORCIONADA POR COMPAÑÍA MINERA.
  4. TODAS LAS COTAS Y COORDENADAS EN ESTE PLANO DEBERÁN SER VERIFICADAS EN CAMPO.
  5. LA LONGITUD DE LA TRANSICIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CANAL SERÁ DE 5m.

	UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"	ESCALA INDICADA		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
	UNIDAD: CASAPALCA PREPARADO: BACH. DAYRO NELTON PATAN YALLI DIBUJO CAD: BACH. DAYRO NELTON PATAN YALLI	FECHA: MARZO 2019 ARCHIVO:		CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA KM 0+000 - 1+500 PRESA EL PORVEINER



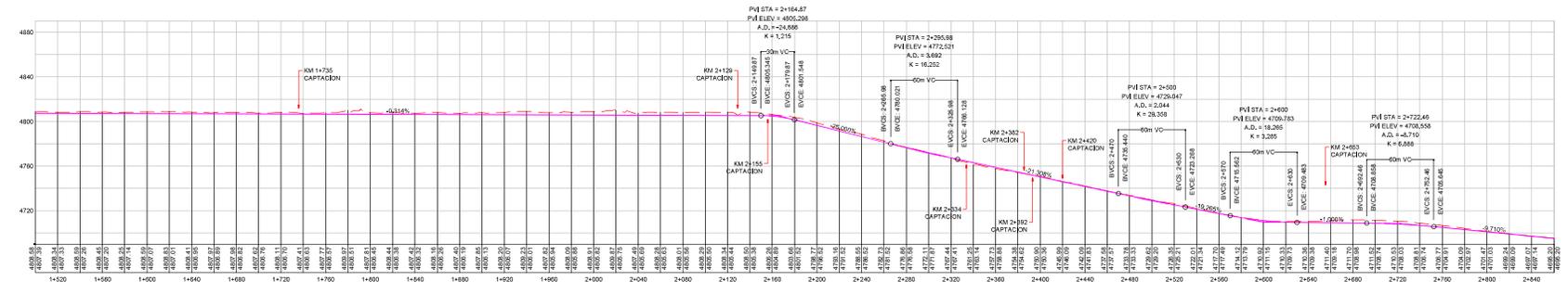
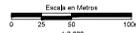
**CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA - CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA**

PI	SI	RI	A	LO	E	PC	PT	PI	ESTE	NORTE
25	80.00	124.4529	23.873	11.050	0.761	14489.93	14511.80	14500.88	37230.134	8702858.653
26	D	80.00	191.1577	26.844	13.551	11.140	14554.91	14581.77	12568.177	8726308.607
27	D	80.00	174.4559	17.824	8.940	0.409	14615.95	14633.77	14624.90	8726308.607
28	I	30.00	257.1768	13.765	7.006	0.201	14659.55	14664.93	14657.53	8722184.907
29	D	30.00	367.7138	19.029	3.881	1.581	14676.46	14697.55	14688.14	8726241.215
30	D	20.00	482.2404	23.023	21.673	0.401	14718.45	14749.47	14708.18	8722913.643
31	D	30.00	211.7654	11.012	5.546	0.512	14784.23	14795.54	14789.80	872580.627
32	D	30.00	383.5679	20.212	10.500	1.787	14802.70	14821.91	14811.50	872580.627
33	D	30.00	319.9170	16.382	8.431	1.154	14859.76	14920.14	14914.16	872521.929
34	D	150.00	1147.476	35.088	18.132	1.092	14955.44	14991.53	14973.58	872241.790
35	D	30.00	427.9198	22.054	11.658	0.714	14998.27	15020.15	14998.27	872533.630
36	D	30.00	174.1629	6.427	3.226	0.173	15143.60	15150.03	15144.83	872585.534
37	D	30.00	474.0708	2.449	1.226	0.260	15174.47	15176.91	15175.09	872541.519
38	I	60.00	617.9171	14.003	7.030	0.474	15179.02	15177.03	15164.91	872500.840
39	I	60.00	674.9511	7.031	3.520	0.105	15208.13	15207.16	15211.44	872420.173
40	D	30.00	267.7744	11.826	5.914	0.318	15258.84	15263.00	15259.15	872434.844
41	I	30.00	265.0477	14.100	7.183	0.848	15335.25	15346.16	15339.29	872447.244
									872506.439	

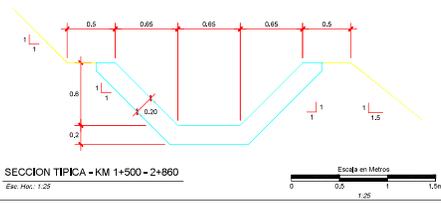
**LEYENDA**

- CARRERA
- CANAL
- CURVA INCLINADA
- CURVA SIMPLE
- VIA FERREA
- RACHELO/DUERBA
- PUNTOS TOPOGRAFICOS
- CONTORNO ROCA
- LADINA
- HUELA LADINA
- TERRA ORGANICA
- CAJATA
- ALUMBRO TORRE AT
- TUBERIA AGUA

**CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA - PLANTA**  
Elev. en Mts. Esc. 1:4,000

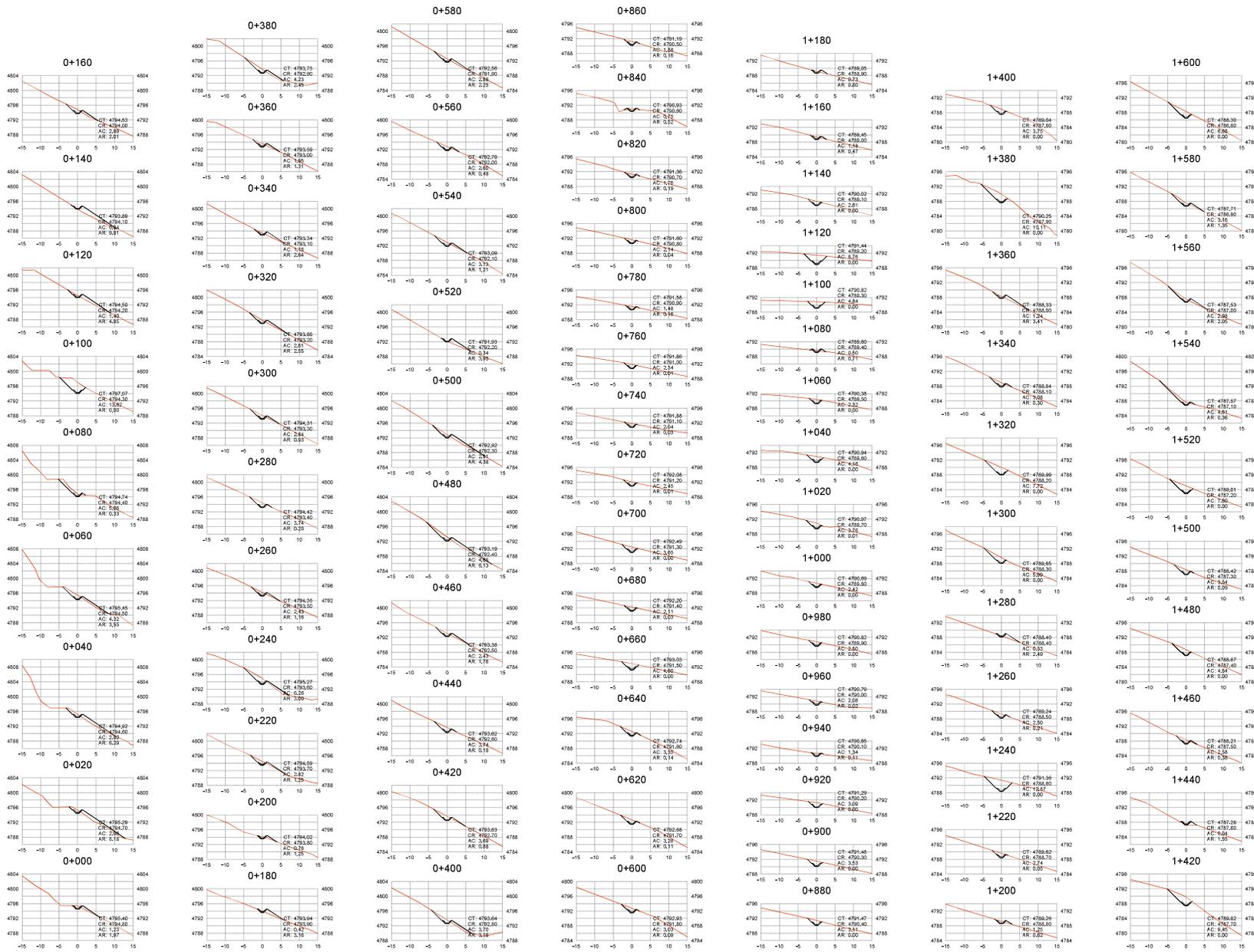


**CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA - PERFIL**  
Elev. en Mts. Esc. 1:4,000



- NOTAS**
1. LAS UNIDADES EN LOS PLANOS ESTAN EN EL SISTEMA INTERNACIONAL.
  2. LA CUADRICULA ESTA REPRESENTADA EN EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM MED 84 ZONA 18.
  3. BASE TOPOGRAFICA PROPORCIONADA POR COMPAÑIA MINERA.
  4. TODAS LAS COTAS Y COORDENADAS EN ESTE PLANO DEBERAN SER VERIFICADAS EN CAMPO.

	UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
	<b>UNIDAD</b> CASAPALCA <b>PREPARADO</b> BACH. DAYRO NELTON PAÑAN YALLI <b>DEBILJO CAD</b> BACH. DAYRO NELTON PAÑAN YALLI	<b>ESCALA INDICADA</b> MARZO - 2019 <b>ARCHIVO</b>	<b>CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA</b> KM 1+500 - 2+850 PRESA EL PORVENIR

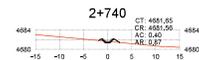
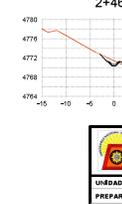
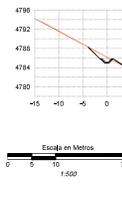
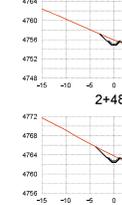
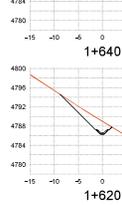
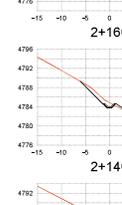
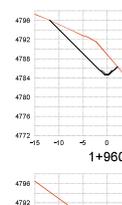
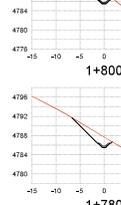
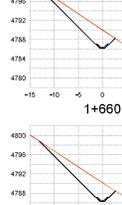
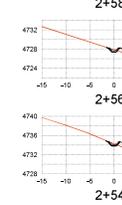
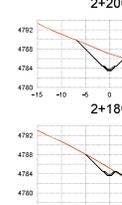
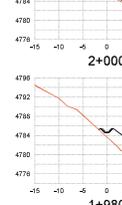
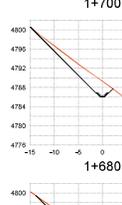
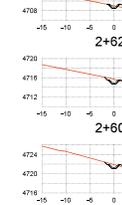
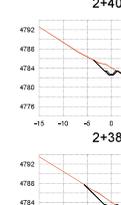
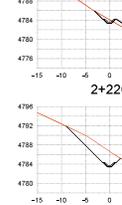
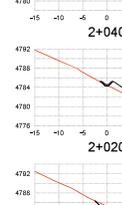
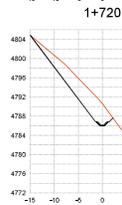
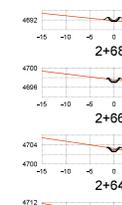
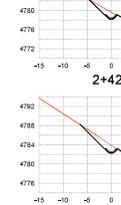
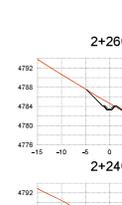
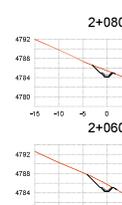
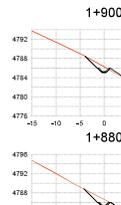
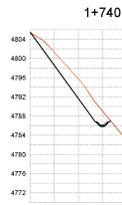


CANAL DE CORONACION - MARGEN IZQUIERDA - SECCIONES TRANSVERSALES

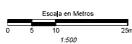
Escala: 1:500



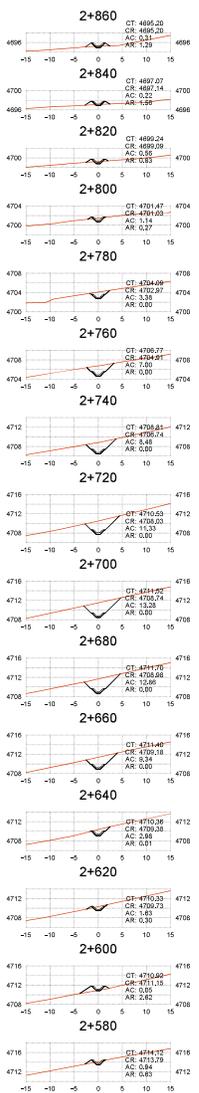
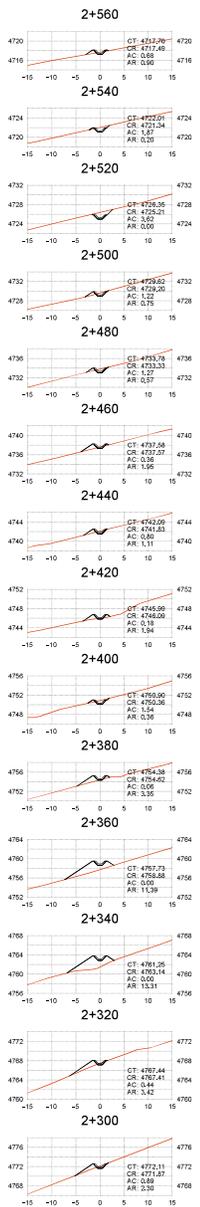
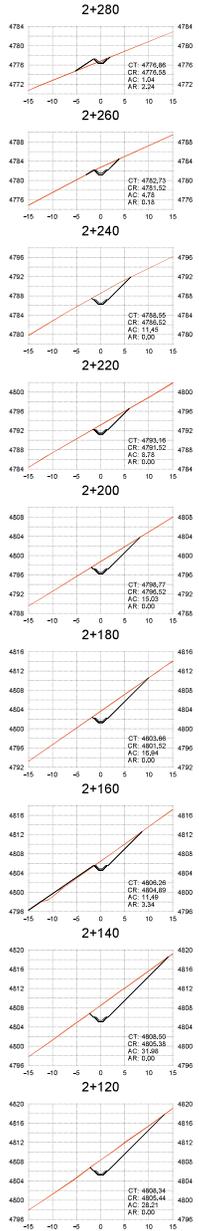
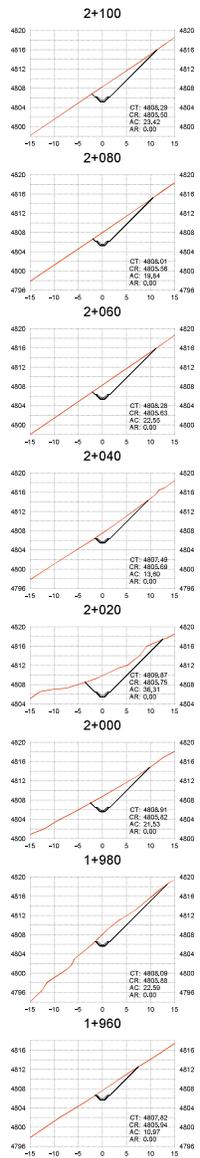
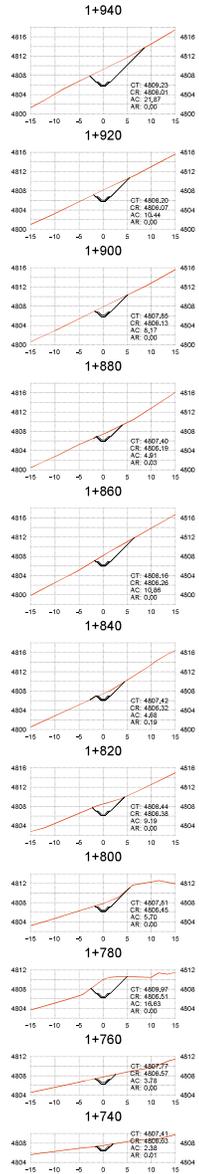
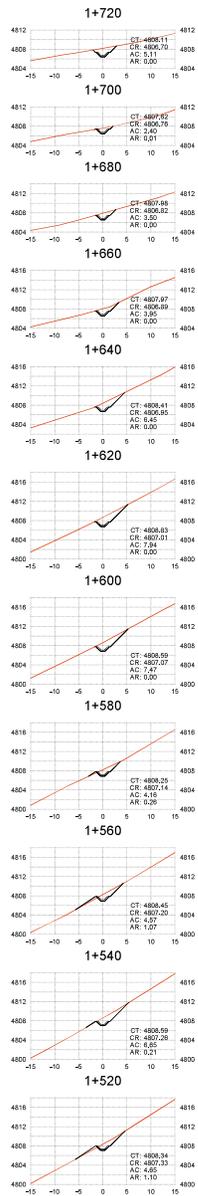
 UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	ESCALA INDICADA	LAMINA H-6
UNIDAD DISEÑADO	DISEÑADO BACH. DAYRO NELTON PATIÑAN YALLI	PREPARADO BACH. DAYRO NELTON PATIÑAN YALLI	CANAL DE CORONACION - MARGEN IZQUIERDA KM 0+000 - 1+600	ARCHIVO PRESA EL PORVENIR



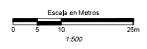
CANAL DE CORONACION - MARGEN IZQUIERDA - SECCIONES TRANSVERSALES  
Escala: 1:500



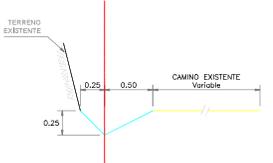
 UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		ESCALA	 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
		INDICADA	
UNIDAD CASAPALCA PREPARADO BACH. DATORO NILTON PATIAN YALLI DIBUJO CAD BACH. DATORO NILTON PATIAN YALLI		FECHA	CANAL DE CORONACION - MARGEN IZQUIERDA KM 1+600 - 2+760 PRESA EL PORVENIR
		MARZO - 2019	
 EMPRESA EL PORVENIR		ARCHIVO	LAMINA
		H-7	



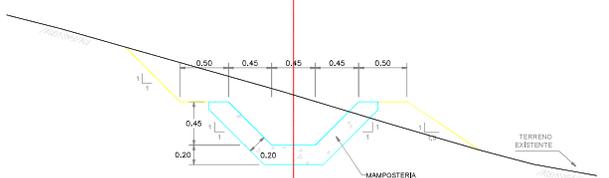
CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA - SECCIONES TRANSVERSALES



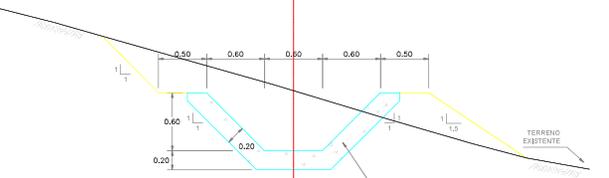
 UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		ESCALA INDICADA	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD PREPARADO DEBUIJO CAD	CASAPALCA BACH. DAYDORO NELTON PATAN YALLI	FECHA MARZO - 2019	CANAL DE CORONACION - MARGEN DERECHA KM 1+500 - 2+860 PRESA EL PORVENIR
		ARCHIVO	LAMINA H-9



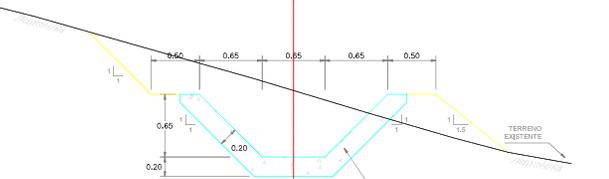
**CUNETETA A REHABILITAR, L=550m**  
Escala: 1:25



**MARGEN DERECHA - KM 0+000 - 0+300**  
Escala: 1:25



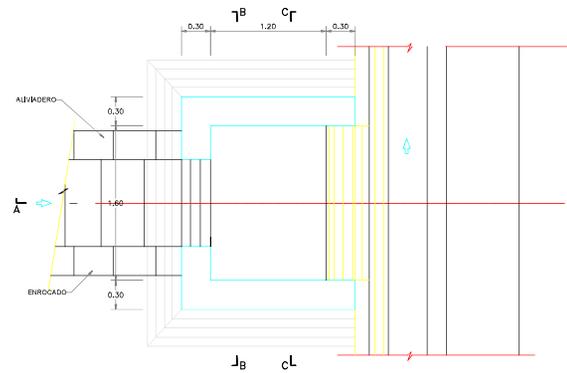
**MARGEN IZQUIERDA - KM 0+000 - 2+760**  
Escala: 1:25



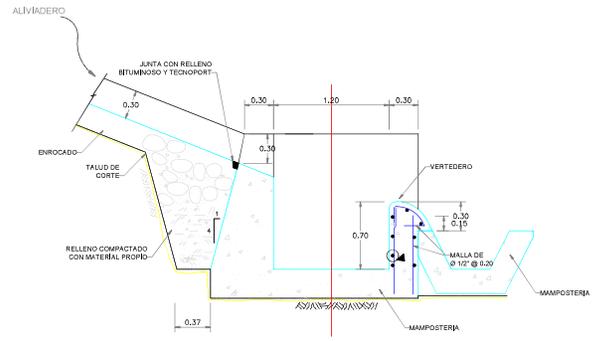
**MARGEN DERECHA - KM 0+300 - 2+880**  
Escala: 1:25

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

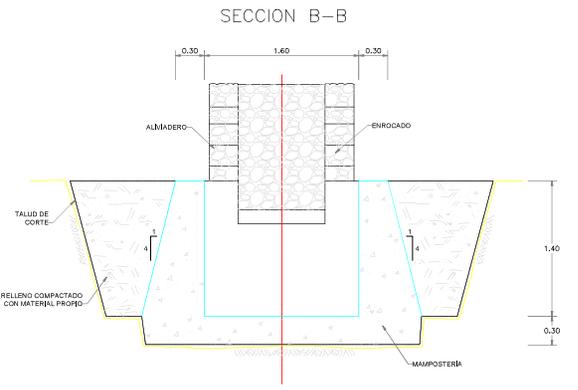
TERRENO 0 = 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> (verificar en obra)  
 ENROCADOS: DIM. PROM. = 12" (30 cms.)  
 MAMPOSTERIA: DIM. 4" - 8" Avenida C: H = 1 : 3  
 JUNTAS DE CONSTRUCCION DE 1", MATERIAL ASFALTOARENA GRUESA  
 MATERIAL A EMPLEAR: Rocas pueden ser de origen eruptivo o sedimentario (calizas o areniscas), criterio fundamental que no corra peligro de rápida desintegración bajo los agentes atmosféricos y que sea sana



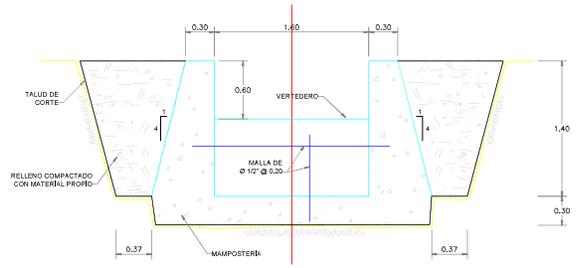
**CAPTACION**  
Escala: 1:25



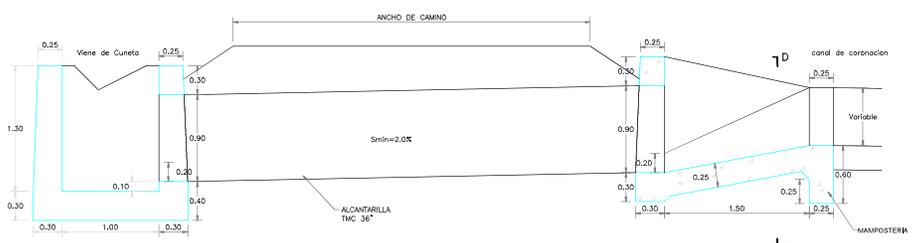
**SECCION A-A'**  
Escala: 1:25



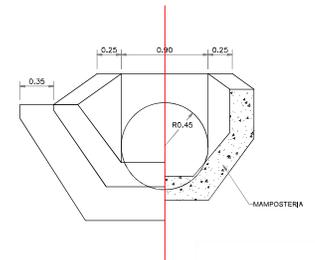
**SECCION B-B'**  
Escala: 1:25



**SECCION C-C'**  
Escala: 1:25



**CRUCE DE CAMINO**  
Escala: 1:25



**SECCION D-D'**  
Escala: 1:25

 UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"		ESCALA INDICADA	 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	<b>LAMINA</b> OBRAS DE DRENAJE DETALLES PRESA EL PORVENIR
UNIDAD CABAPALCA		FECHA MARZO - 2019	<b>H-10</b>	
PREPARADO DBUJO CAD	BACH. DAYORO NELTON PATIÑAN YALLI BACH. DAYORO NELTON PATIÑAN YALLI	ARCHIVO		