

## Anexo A. Matriz de consistencia

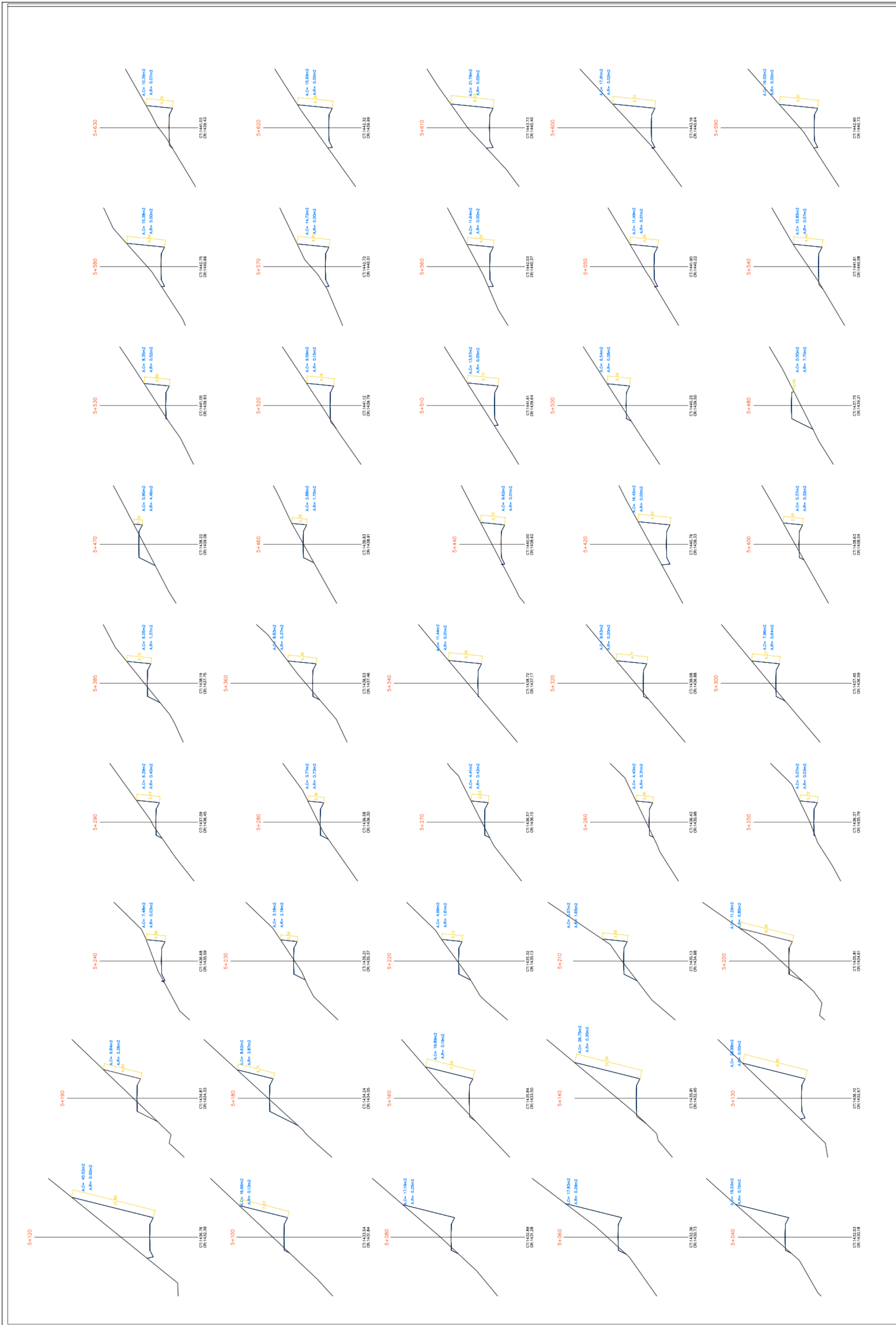
### Matriz de Consistencia

**Título:** “Evaluación geomecánica para el diseño de voladura controlada en el talud de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, progresivas del km 05+100 al km 06+300”.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo la evaluación geomecánica del macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300, nos permitirá diseñar y evaluar adecuadamente la voladura controlada de pre-corte, para minimizar la sobrerotura hacia atrás en la conformación del talud final?</li> </ul> <p><b>Específico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo se evalúa geomecánicamente el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300, para definir sus condiciones físico – mecánicas y estructurales?</li> <li>¿Cómo se diseña adecuadamente la voladura controlada de pre-corte, para minimizar la sobrerotura hacia atrás en la conformación del talud en el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc?</li> <li>¿Cómo es la evaluación del resultado de la voladura controlada de pre-corte, para indicar si se logró minimizar la sobrerotura en la pared del talud del macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc?</li> </ul>	<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar geomecánicamente el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300, lo que permitirá diseñar y evaluar adecuadamente la voladura controlada de pre-corte, para minimizar la sobrerotura hacia atrás en la conformación del talud final.</li> </ul> <p><b>Específico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar geomecánicamente el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300, para definir sus condiciones físico – mecánicas y estructurales.</li> <li>Diseñar adecuadamente la voladura controlada de pre-corte, para minimizar la sobrerotura hacia atrás en la conformación del talud en el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc.</li> <li>Evaluar el resultado de la voladura controlada de pre-corte, para indicar si se logró minimizar la sobrerotura en la pared del talud del macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc.</li> </ul>	<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La evaluación geomecánica del macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300, nos permitirá diseñar y evaluar adecuadamente la voladura controlada de pre-corte, para minimizar la sobrerotura hacia atrás en la conformación del talud final.</li> </ul> <p><b>Específico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evalutando geomecánicamente el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300, se definirán sus características físico – mecánicas y estructurales.</li> <li>Diseñando adecuadamente la voladura controlada de pre-corte, se minimizará la sobrerotura hacia atrás en la conformación del talud en el macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc.</li> <li>Evalutando el resultado de la voladura controlada de pre-corte, se indicará si se logró minimizar la sobrerotura en la pared del talud del macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc.</li> </ul>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Dicha variable corresponde a la definición de las condiciones físico – mecánicas y estructurales del macizo rocoso, que está ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300 de la carretera Chontabamba – Concevidayoc.</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Esta variable corresponde a la minimización de la sobre rotura hacia atrás en la conformación del talud en el macizo rocoso, para ello se diseñó y evaluó la voladura controlada de pre-corte aplicada.</p> <p><b>Población</b></p> <p>Está constituido por la excavación del tramo del macizo rocoso de la carretera Chontabamba – Concevidayoc, ubicado entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>La muestra es la excavación del macizo rocoso entre las progresivas del km 05+220 al km 05+310, tramo donde se aplicaron las 03 pruebas de voladura controlada de pre-corte.</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>El presente trabajo de investigación según el fin que se persigue es de tipo aplicada y según los tipos de datos analizados es cuantitativa.</p> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <p>El presente trabajo de investigación según la metodología para demostrar la hipótesis es de diseño experimental (causa – efecto).</p>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B. Planos de secciones transversales




**UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**


**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA**


**AMJ INGENIEROS E.I.R.L.**

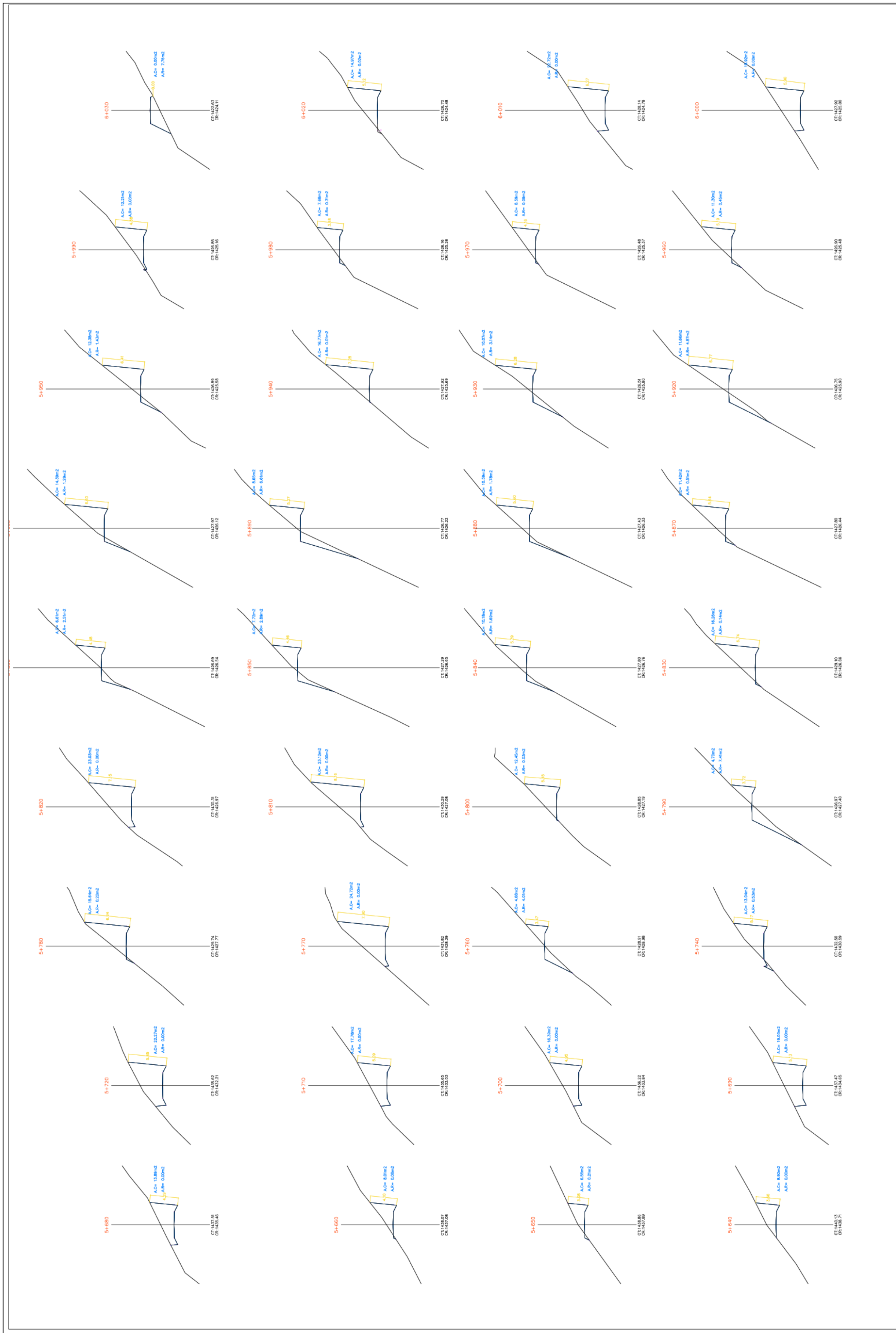
**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO VERTICAL, CANTONAL, DESPUEY PARRA - CONSUNZAVOC, CURVA SAN MIGUEL, CANTÓN VILCABAMBA - LA CONTIENCIÓN - CUSCO  
**UBICACIÓN:** CHONTABAMBA  
**SECTOR:** VILCABAMBA  
**DISTRITO:** VILCABAMBA  
**DEPARTAMENTO:** CUSCO

**PROYECTANTE:** AMJ INGENIEROS E.I.R.L.  
**Aprobado:**

**ESCALA:** 1:500  
**FECHA:** MARZO 2014

**CONSEJO REGULADOR:**

Fuente: Expediente técnico del proyecto (MDV).



**UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**  
**AMJ INGENIEROS E.I.R.L.**  
 CUCUYABAMBA  
 WILCABAMBA  
 CONVENCIÓN  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

**PROYECTO:**  
 CREACION DEL CAMINO VERTICAL, CONTRABANDA, ESPERILLI PAMPA - CONSERVIATOC,  
 CUENCA SAN MIGUEL, DISTRITO WILCABAMBA - LA CONVENCIÓN - CUSCO

**UBICACION:**  
 DISTRITO: WILCABAMBA  
 PROVINCIA: CONVENCIÓN  
 DEPARTAMENTO: CUSCO

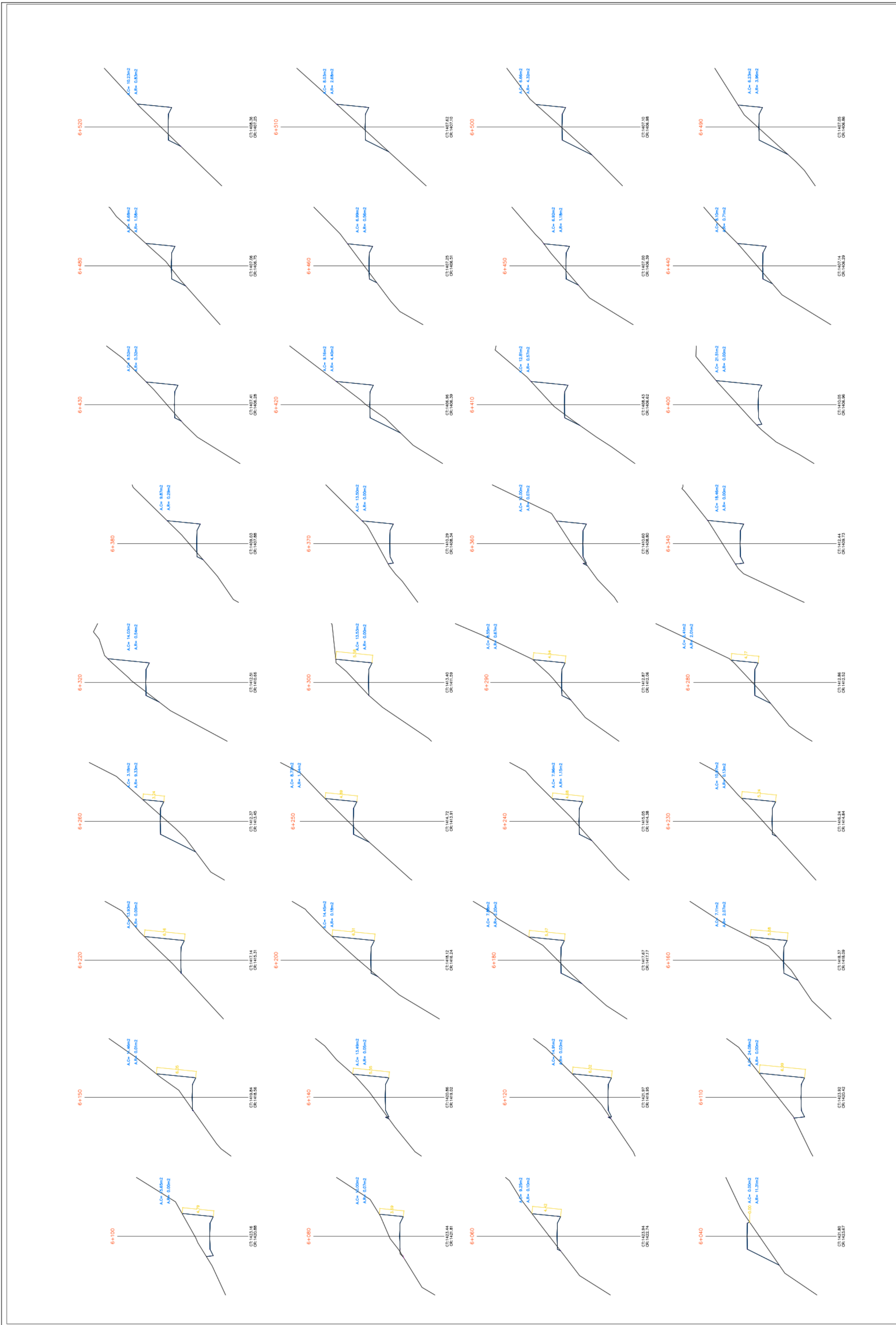
**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 KM. 5+640 AL KM. 6+000

**ESCALA:**  
 HORIZONTAL: 1:1000  
 VERTICAL: 1:50

**FECHA:**  
 MARZO 2014

**CODIGO:**  
 18-11

Fuente: Expediente técnico del proyecto (MDV).

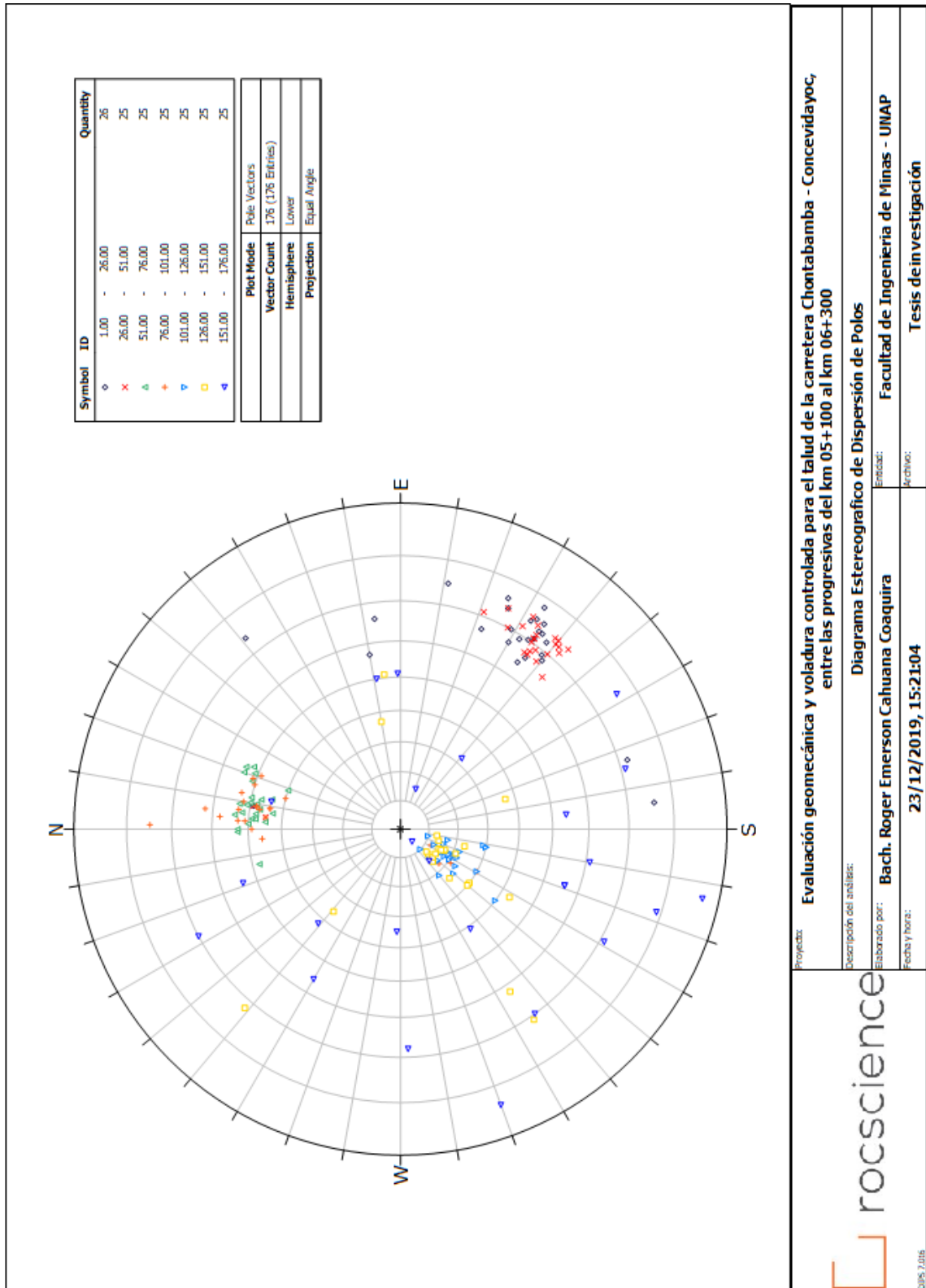


**UNIDAD DE ESTUDIOS Y PROYECTOS**  
  
**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VILCABAMBA**  
  
**AMJ INGENIEROS E.I.R.L.**  
 PROYECTO: "CREACION DEL CAMINO VECINAL CHONTABAMBA ESPERU PAMPA - CONSOLIDADO, CUENCA SAN MIGUEL, DISTRITO VILCABAMBA - LA CONVENCIÓN - CUSCO"  
 UBICACIÓN: CHONTABAMBA, VILCABAMBA, CUSCO  
 PROYECTISTA: AMJ INGENIEROS E.I.R.L.  
 ESCALA: 1:200  
 FECHA: MARZO 2014

Fuente: Expediente técnico del proyecto (MDV).

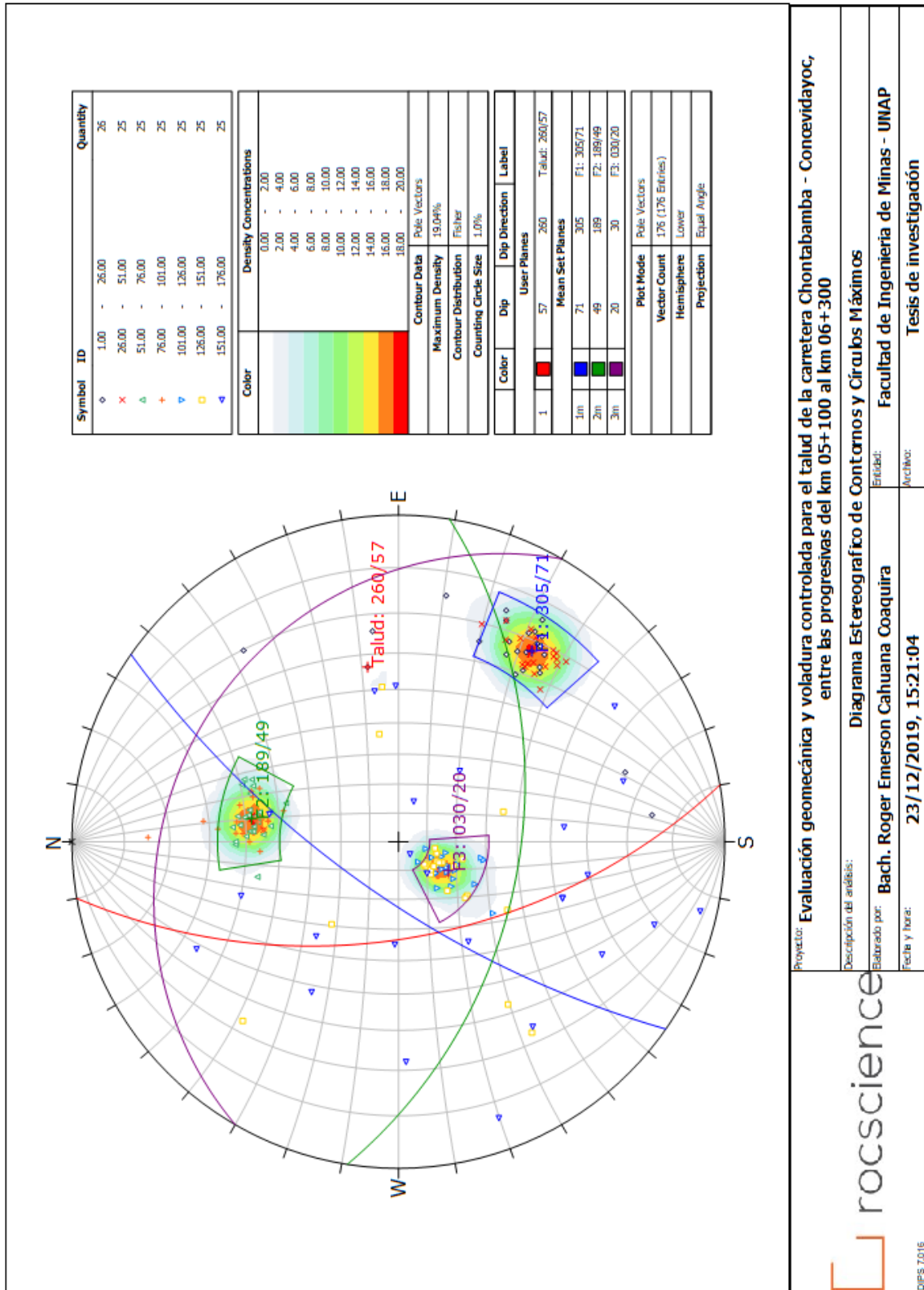


**Anexo D. Análisis estructural de las discontinuidades**



Fuente: Elaboración propia.

	Proyecto:	Evaluación geomecánica y voladura controlada para el talud de la carretera Chontabamba - Concevidayoc, entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300
	Descripción del análisis:	Diagrama Estereografico de Dispersión de Polos
	Elaborado por:	Bach. Roger Emerson Cahuana Coaquira
	Fecha y hora:	23/12/2019, 15:21:04
		Entidad: Facultad de Ingeniería de Minas - UNAP
		Archivo: Tesis de investigación



Fuente: Elaboración propia.

Proyector: Evaluación geomecánica y voladura controlada para el talud de la carretera Chontabamba - Concevidayoc, entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300

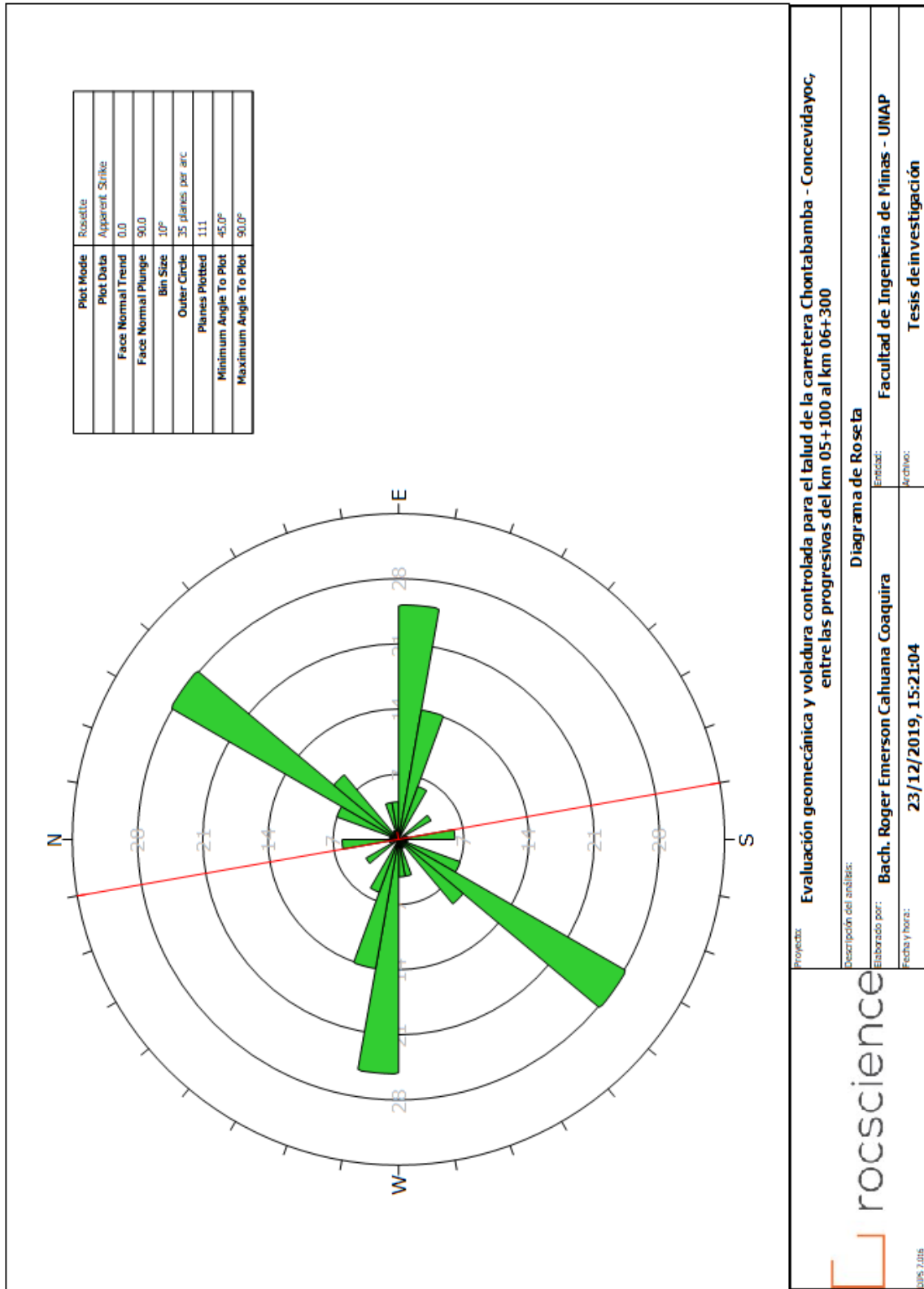
Descripción del análisis: Diagrama Estereográfico de Contornos y Círculos Máximos

Elaborado por: Bach. Roger Emerson Cahuana Coaquira Entidad: Facultad de Ingeniería de Minas - UNAP

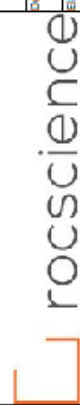
Fecha y hora: 23/12/2019, 15:21:04 Archivo: Tesis de investigación



025.7.016



Fuente: Elaboración propia.



3895 7.016

**Proyecto:** Evaluación geomecánica y voladura controlada para el talud de la carretera Chontabamba - Concevidayoc, entre las progresivas del km 05+100 al km 06+300

**Descripción del análisis:** Diagrama de Rosetta

**Elaborado por:** Bach. Roger Emerson Cahuana Coaquira

**Fecha y hora:** 23/12/2019, 15:21:04

**Entos:** Facultad de Ingeniería de Minas - UNAP

**Archivo:** Tesis de investigación



## Anexo E. Análisis de laboratorio

**SIBING CONSTRUCCIONES E.I.R.L.**  
**ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS**  
**Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales.**  
 Geotecnia y Proyectos, Geología en Carreteras, Puentes, Canales de Irrigación.  
 CALLE LA VICTORIA C-2- JARAMILLUYOC-QUILLABAMBA- RIM #964691169 CLARO 951149062 FIJO: 084503202

Los siguientes parámetros son usados para clasificar un macizo rocoso utilizando el Sistema RMR:

- Resistencia a la compresión uniaxial de la roca
- Índice de la Calidad de la Roca (RQD)
- Espaciado entre discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades
- Condiciones de Infiltraciones de agua
- Orientaciones de las discontinuidades con respecto a la excavación.

El procedimiento para la obtención del índice RMR se basa generalmente en valorar los 5 primeros parámetros del macizo rocoso, luego obtener una puntuación, y acto seguido efectuar una corrección por orientación de discontinuidades. Con esto se obtiene un valor numérico que varía de 0 a 100. El macizo rocoso puede ser clasificado en 5 clases (I – V). Evaluado a través de los resultados de en el talud, se ha zonificados 3 sectores correspondientes a macizos de calidad **Media**, corresponden a la Clase III y IV. Los resultados se muestran en los cuadros siguientes.

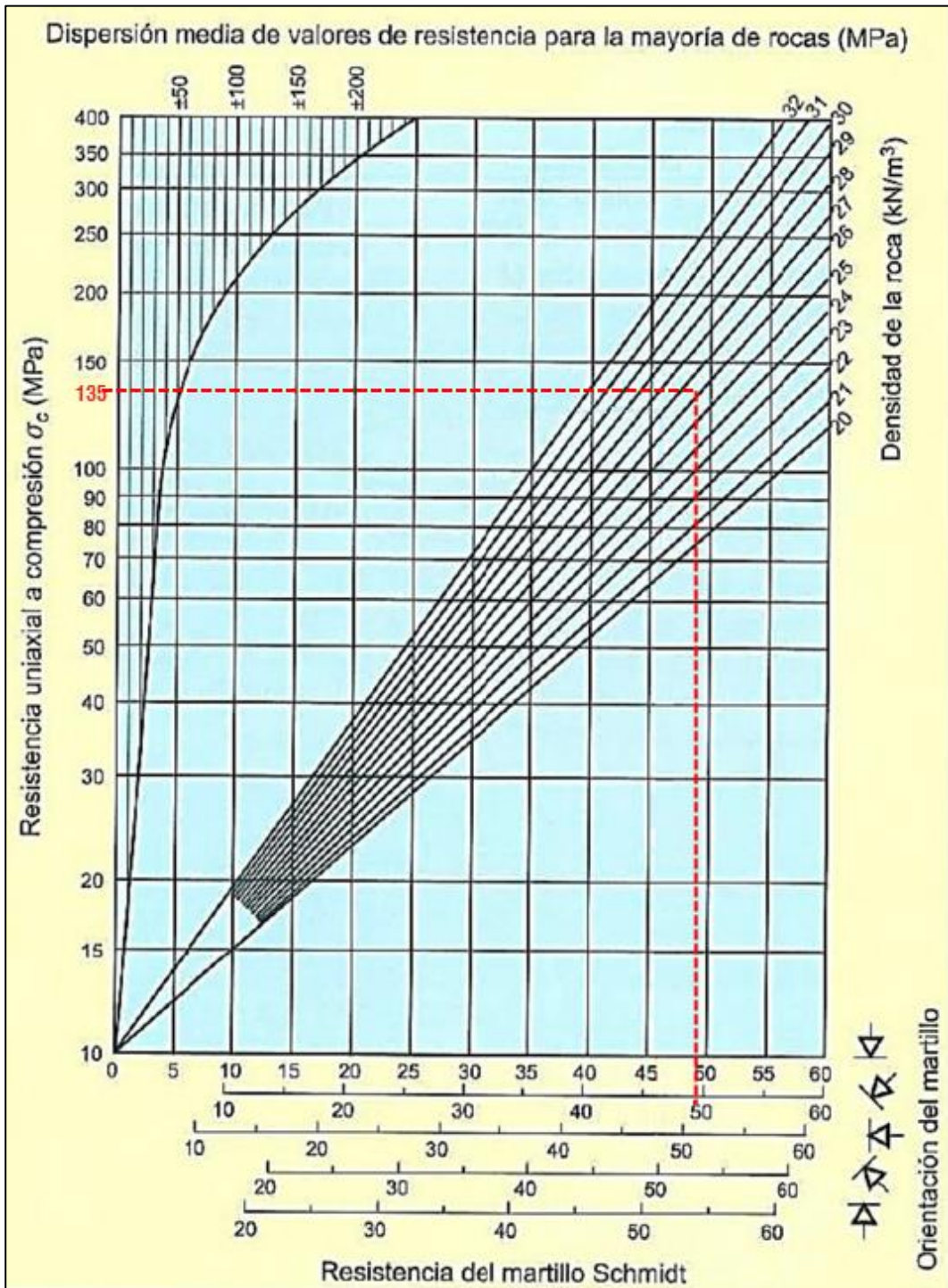
**SECTOR unico**

Juntas Parámetro	Familia de	PARTE INFERIOR DEL TALUD	
		Valor	Puntaje
Resistencia a la Compresión Simple		135	12
RQD (%)		65.5	13
Espaciamiento entre Diaclasas (m)		0.30 - 0.80	9
Longitud de Diaclasas (m)		3 - 1	2
Abertura de Diaclasas (mm)		1 - 5	1
Rugosidad de las Juntas		Ligera Rug.	3
Tipo y Espesor de relleno en Juntas (mm)		Blando	2
Meteorización de las Paredes de las Juntas		Moderado	3
Agua en las Juntas		Seco	10
RMR Primario		55	
Corrección por orientación de las Juntas		Media	- 5
Valoración RMR		50	
Calidad y clase de Macizo		Media, Clase III	
Cohesión (Kp/cm <sup>2</sup> )		200 a 300	
Fricción (Grados)		25 a 35	

**SIBING CONSTRUCCIONES E.I.R.L.**  
 Ing<sup>o</sup> VLADIMIR P. SIMON ECHEGARAY  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 RUC. N° 20884177882

Fuente: SIBING construcciones, (2015).

Anexo F. Abaco del índice de rebote del martillo Schmidt tipo L



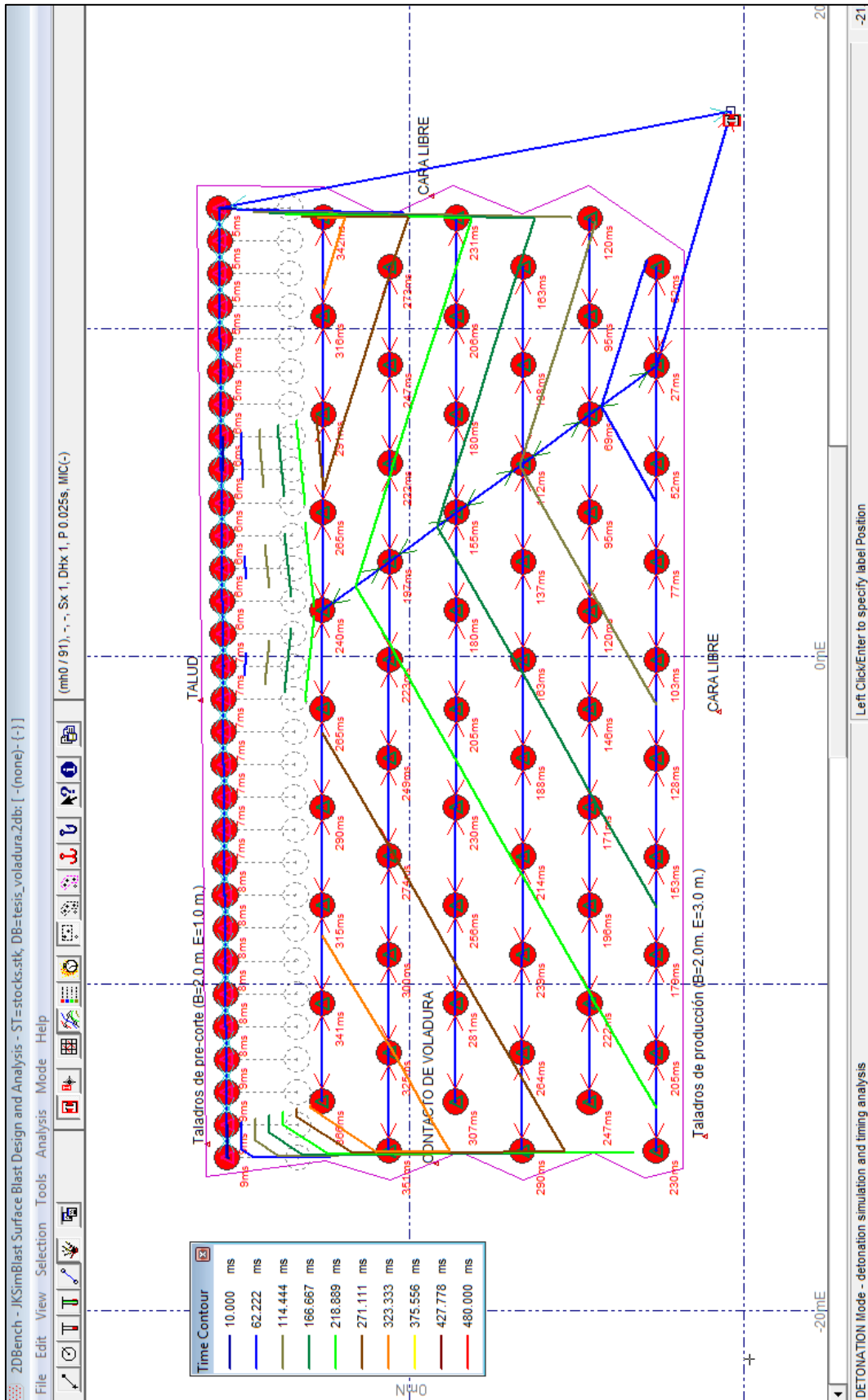
Fuente: Miller, (1965).

## Anexo G. Estimación visual del valor GSI

<b>INDICE DE RESISTENCIA GEOLOGICA MACIZOS ROCOSOS FRACTURADOS</b> (Marinos & Hoek (2000)) Estime el valor tipico de $GSI$ considerando el tipo de roca, la estructura del macizo rocoso, y la condición de las discontinuidades. NO trate de ser demasiado preciso. De hecho, el considerar $33 \leq GSI \leq 37$ es más realista que considerar $GSI = 35$ . <u>Nota que esta tabla NO es aplicable a problemas con control estructural.</u> Si hay estructuras desfavorablemente orientadas, ellas controlarán el comportamiento del macizo rocoso. En aquellos casos en que la resistencia al corte de las estructuras podría ser afectada por la humedad, deberá considerarse la eventual presencia de agua. Esto puede hacerse "desplazando hacia la derecha" el rango estimado para $GSI$ . La presión del agua no se considera al evaluar el rango de $GSI$ , ya que la misma se incorpora posteriormente en los análisis geotécnicos, los que se desarrollan considerando esfuerzos efectivos.		CONDICION DE LAS ESTRUCTURAS				
ESTRUCTURA DEL MACIZO		MUY BUENA Muy rugosas, cajas frescas o no intemperizadas	BUENA Rugosas, cajas ligeramente intemperizadas y algo oxidadas.	REGULAR Lisas, cajas moderadamente intemperizadas y algo abaradas	MALA Pulidas, cajas meteorizadas, con pátinas o con relleno y/o fragmentos angulosos	MUY MALA Pulidas, cajas muy meteorizadas, con pátinas o con relleno de arcilla blanda
		DISMINUYE LA CALIDAD →				
<b>INTACTA o MASIVA</b> Probetas de roca intacta. Macizos masivos o con pocas y muy espaciadas estructuras.	90			N/A	N/A	
<b>BLOCOSA</b> Macizos con 3 sets de estructuras, que definen bloques cúbicos, bien trabados entre si.	80			50	40	
<b>MUY BLOCOSA</b> Macizos con 4 sets de estructuras, o más, que definen bloques angulosos y trabados, pero que están parcialmente perturbados.	70				20	
<b>BLOCOSA VETEADA</b> Macizos plegados y con bloques angulosos formados por la intersección de muchas estructuras. Los planos de estratificación y/o esquistosidad son persistentes.	60					
<b>DESINTEGRADA</b> Macizo fuertemente fracturado, con una mezcla de bloques angulosos y redondeados, pobremente trabados.					10	
<b>LAMINADA / CIZALLADA</b> Macizo con planos débiles (cizalle y/o esquistosidad), muy poco espaciados entre si y que no definen bloques.	N/A	N/A				
	DISMINUYE TRABAZON ENTRE BLOQUES ↓					

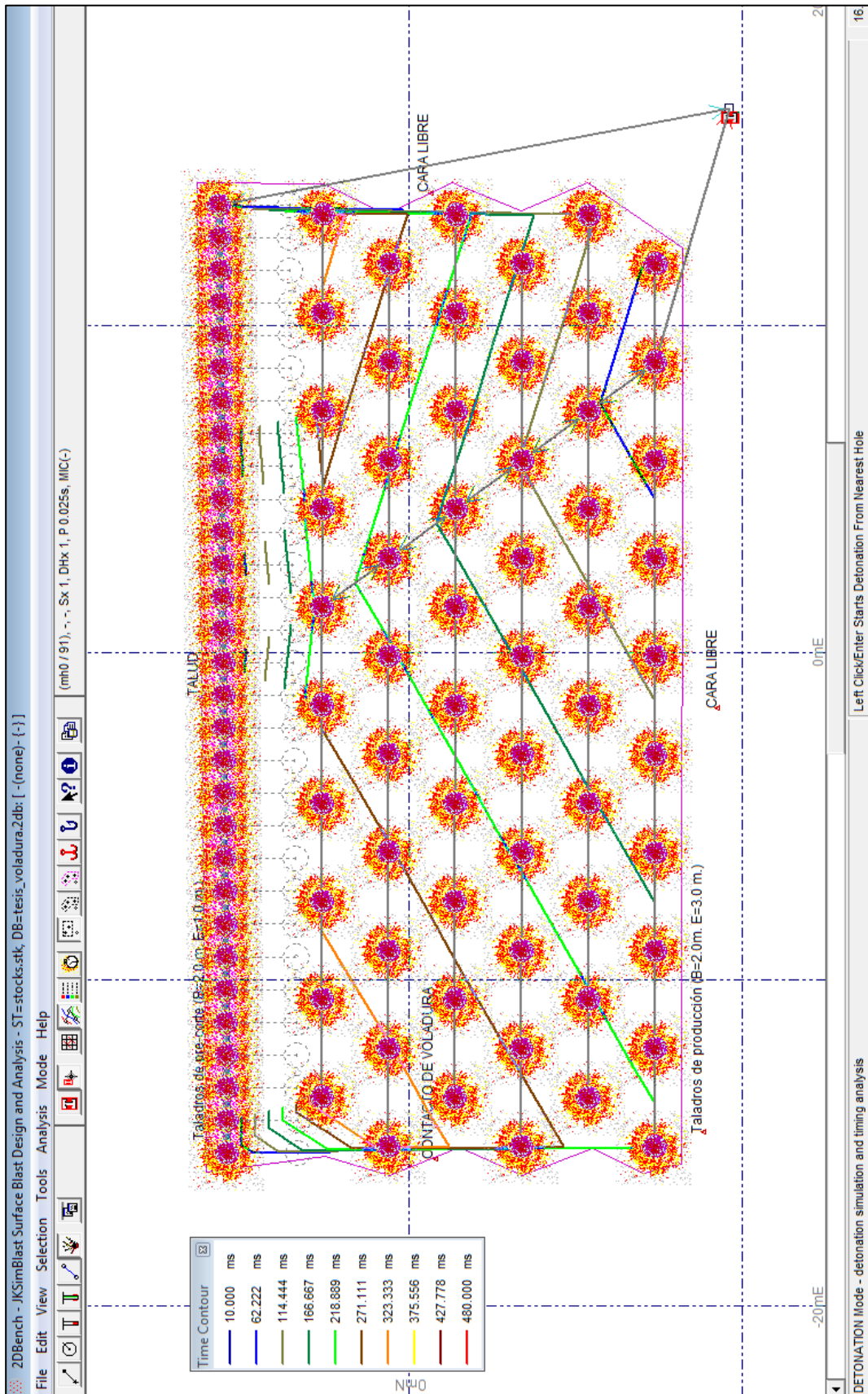
Fuente: Hoek, et al. (2000).

## Anexo H. Malla de perforación y curvas de isotiempos



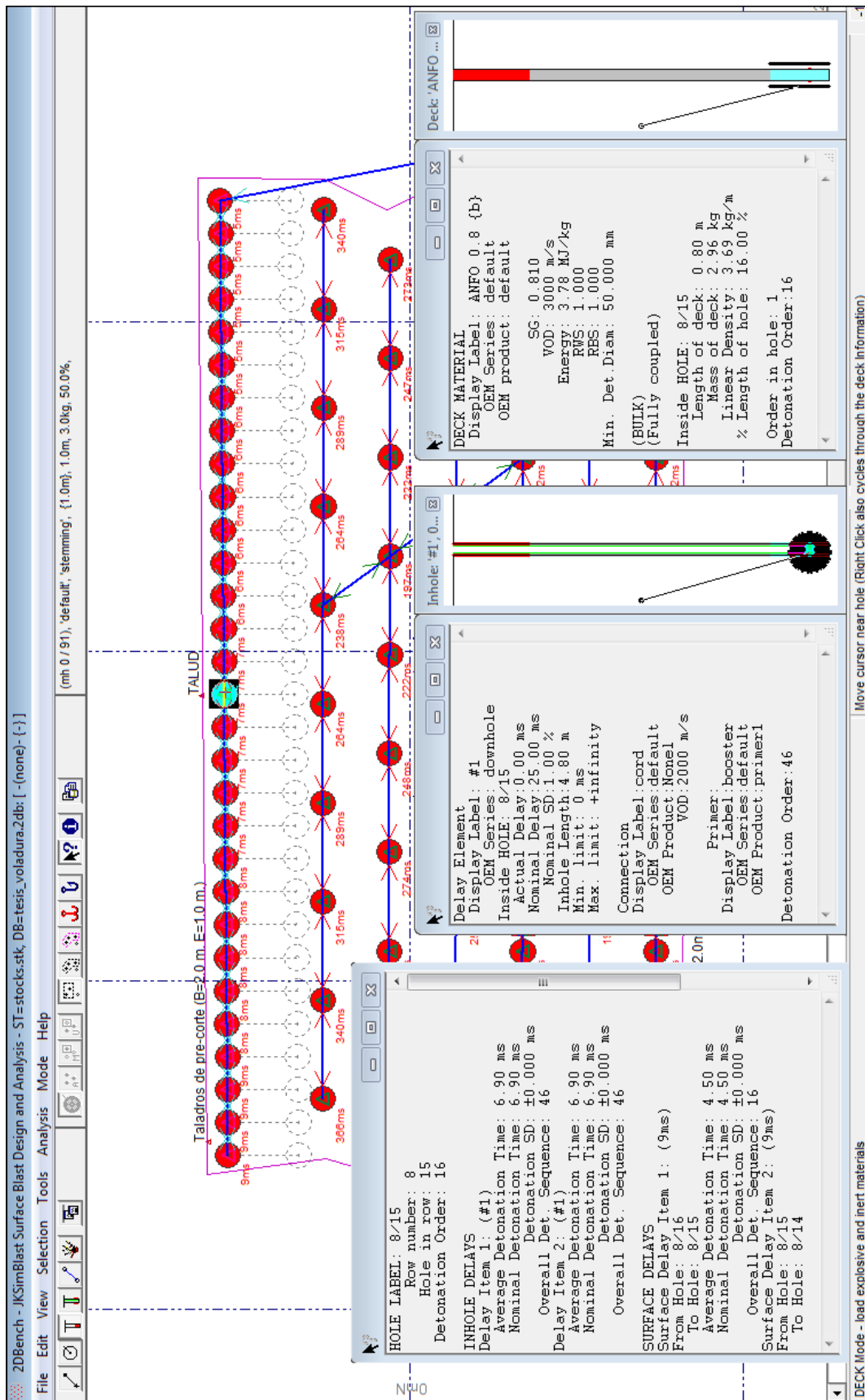
Fuente: Elaboración propia.

# Anexo I. Malla de perforación y simulación de voladura



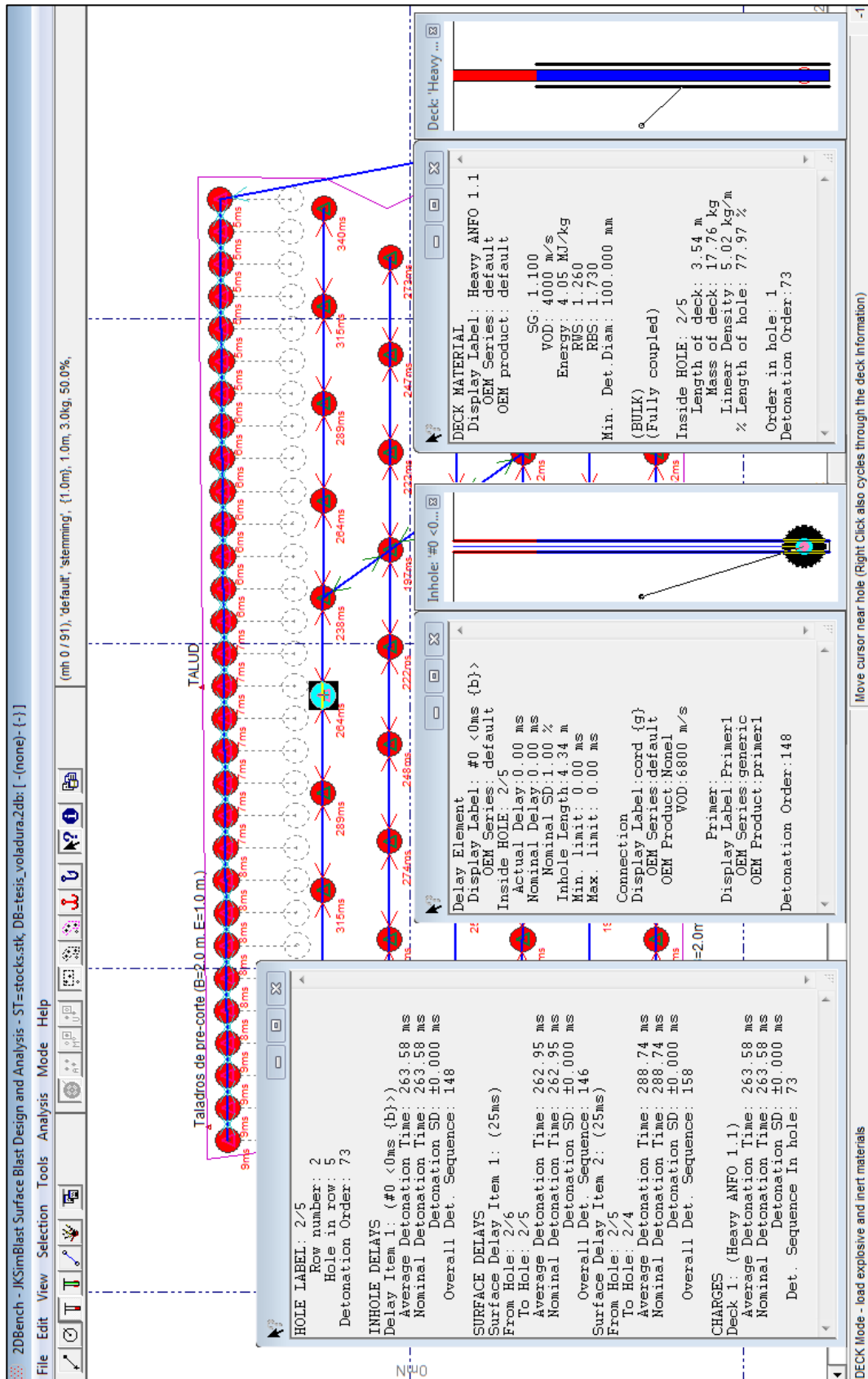
Fuente: Elaboración propia.

## Anexo J. Reporte de los taladros de pre-corte



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo K. Reporte de los taladros de producción



Fuente: Elaboración propia.