

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTA DE INGENIERIA GEOLOGICA,  
MINERA Y METALURGICA



APLICACIONES GEOMECÁNICAS Y USO DEL  
SOSTENIMIENTO FLEXIBLE EN LA MINA SAN GENARO  
CASTROVIRREYNA COMPAÑÍA MINERA S.A.

INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO GEOLOGO  
PRESENTADO POR:  
ROLANDO MACARIO RUIZ ROMERO

Lima-Perú

2010

A mis Padres:

Macario Ruiz y Teodosia  
Romero de Ruiz Por el apoyo  
incondicional que me brindaron y por  
sus sabios consejos en favor de mi  
desarrollo personal

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Castrovirreyna Compañía Minera S.A., al Ing. Jorge Vargas Gerente de Operaciones por darme la oportunidad de realizar este informe de suficiencia y a todo el personal por el apoyo prestado y de manera muy especial al Ing. Carlos Vallejo Cortés por impartir toda su experiencia y entusiasmo en el asesoramiento de este informe.

## **RESUMEN**

El presente trabajo fue realizado en la Mina San Genaro, propiedad de Castrovirreyna Compañía Minera S.A., el cual se orientó a la introducción del uso del sostenimiento flexible, en reemplazo del sostenimiento con madera y la aplicación de la clasificación geomecánica GSI.

Se realizaron 6 estaciones de líneas de detalle en el cual se describió todas las características y propiedades geomecánicas del macizo rocoso y posteriormente en base a estos datos se realizó el cálculo de los índices geomecánicos RMR, Q y GSI haciéndose una comparación entre estos y estableciéndose una relación entre los índices, lo cual nos permitió elaborar la tabla geomecánica GSI modificada para la mina San Genaro.

El cálculo del RMR, Q y GSI también nos ayudó a realizar el diseño del sostenimiento mediante tablas y ábacos considerando para esto la calidad del macizo rocoso y el método de minado o tipo de labor que se va a realizar.

Se elaboró la tabla geomecánica GSI modificada de acuerdo a las características del macizo rocoso y las labores presentes en la mina San Genaro adecuándolo a su realidad.

El cambio que se estuvo realizando progresivamente en el uso del sostenimiento flexible por el sostenimiento con madera se reflejó en el ahorro de costo en sostenimiento y la reducción progresiva del uso de madera.

# INDICE

<b>PORTADA</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>IV</b>
<b>CONTENIDO</b>	
INTRODUCCION	01
<b>Capítulo 1.- Generalidades</b>	<b>03</b>
1.1- Objetivos y Alcances del Estudio	03
1.2.- Ubicación y Acceso	04
1.3.- Metodología del trabajo	06
<b>Capítulo 2.- Marco Geológico-Minero</b>	<b>07</b>
2.1.- Geología	07
2.1.1.- Geomorfología	07
2.1.2.- Geología Regional	08
2.1.3.- Geología Local	14
2.1.4.- Suelos	17
2.1.4.1.- Depósitos glaciares	17
2.1.4.2.- Depósitos fluvio-glaciares	17
2.1.4.3.- Depósitos coluviales	18
2.1.4.4.- Depósitos aluviales	18
2.1.5.- Geología Estructural	18

2.1.6.- Geología Minera	20
2.2.- Métodos de explotación	23
2.2.1.- Corte y Relleno Ascendente	23
2.2.2.- Shrinkage estático	24
<b>Capítulo 3.- Condiciones Geomecánicas</b>	<b>26</b>
3.1.- Descripción y caracterización de los macizos rocosos	26
3.2.- Estaciones de Mediciones	27
3.3.- Análisis estereográfico	28
3.3.1.-Identificación de familias de discontinuidades	28
3.4.- Análisis de Estabilidad de cuñas	29
3.5.- Ensayos de carga puntual	30
3.6.- Sistemas de clasificaciones geomecánicas	31
3.6.1.- Índice R.M.R.	32
3.6.2.- Índice Q.	39
3.6.3.- Índice G.S.I.	45
3.7.- Relaciones y análisis comparativos entre los sistemas	48
3.8.- Adecuación del índice G.S.I. en la Mina San Genaro	50
<b>Capítulo 4.- Determinación del sostenimiento flexible</b>	<b>53</b>
4.1.- Criterios de Diseño	53
4.2.- Sistemas de sostenimiento utilizado	56
4.3.- Características y tipos de elementos de soporte	57



Cuadro 18, 19 y 20	43
Cuadro 21, 22 y 23	44
Cuadro 24	49
Cuadro 25	55
Cuadro 26 y 27	73
Cuadro 28 y 29	92

## **Figuras**

Figura 1	05
Figura 2	13
Figura 3	30
Figura 4	42
Figura 5	46
Figura 6	47
Figura 7	56
Figura 8	59
Figura 9	60
Figura 10 y 11	61
Figura 12	63
Figura 13	64
Figura 14	71

## **Anexos**

Formatos de línea de detalle	
Proyecciones Estereográficas	
Plano geológico del área	



Planos Geomecánicos

Análisis de Estabilidad de Cuñas

Información fotográfica

## **INTRODUCCIÓN**

El desarrollo actual de la explotación de minas subterráneas requiere de un conocimiento más detallado y simplista de las condiciones, características y comportamiento de los macizos rocosos en los que se han emplazado los diferentes tipos de yacimientos minerales, para definir en forma más eficiente, los sistemas de minado, tiempos de autoaporte de las aberturas, anchos de labores, tipos de sostenimiento y características del relleno, a ser utilizado.

De la misma manera, es muy necesario conocer las condiciones geológicas de la zona mineralizada, tales como, forma del yacimiento, controles mineralógicos (estructural, litológico), alteraciones hidrotermales, hidrogeología y estado tensional, las cuales han controlado en forma directa las características y propiedades de los macizos rocosos.

En este trabajo, se trata de definir y aplicar los conocimientos teóricos y prácticos de una nueva rama de las ciencias geológicas que es un nexo entre la geología de minas, la explotación de minas subterráneas, la mecánica de rocas y la geología aplicada, la cual se define como la geomecánica, aplicando sus principios en el yacimiento minero de San Genaro, de propiedad de la Compañía Minera Castrovirreyna S.A.

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. Objetivos y Alcances del Informe de Suficiencia**

- El objetivo del presente informe es la de obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo, mediante el desarrollo y aplicación de los conocimientos de la geomecánica en la mina San Genaro, relacionados con la descripción, caracterización y comportamiento de los macizos rocosos que afloran en el mencionado yacimiento.
- La aplicación del GSI (Geological Strength Index) en la mina San Genaro nos permitirá definir el sostenimiento flexible a colocar en reemplazo del uso de cuadros de madera que se viene utilizando, también podremos determinar el tiempo de autosoporte y mejorar el sistema de minado actual, para lograr la optimización de la mina.

- Para lograr este objetivo se ejecutaron mapeos geomecánicos, líneas de detalle, proyecciones estereográficas, ensayos de resistencia, a si mismo de elaborar una tabla de clasificación geomecánica de la mina utilizando los parámetros del G.S.I., sus tipos de soporte y su manual de aplicación de uso exclusivo de la mina de acuerdo a lo expuesto anteriormente.

## 1.2. Ubicación y Acceso

La unidad minera de San Genaro se encuentra ubicada al Norte de la laguna Orcococha, a una altura de 4700 m.s.n.m., dentro del distrito de Pilpichaca, provincia de Castrovirreyna en el departamento de Huancavelica, geográficamente se encuentra en el flanco oeste de la cordillera occidental, muy cerca a la divisoria continental siendo las coordenadas.

**Cuadro N° 1**

<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Coordenadas UTM</b>
Latitud Sur 13°11'28"	8541700 N
Latitud Oeste 75°08'31"	484000 E

El acceso al yacimiento minero de San Genaro se realiza por dos rutas los cuales indicamos ha continuación.

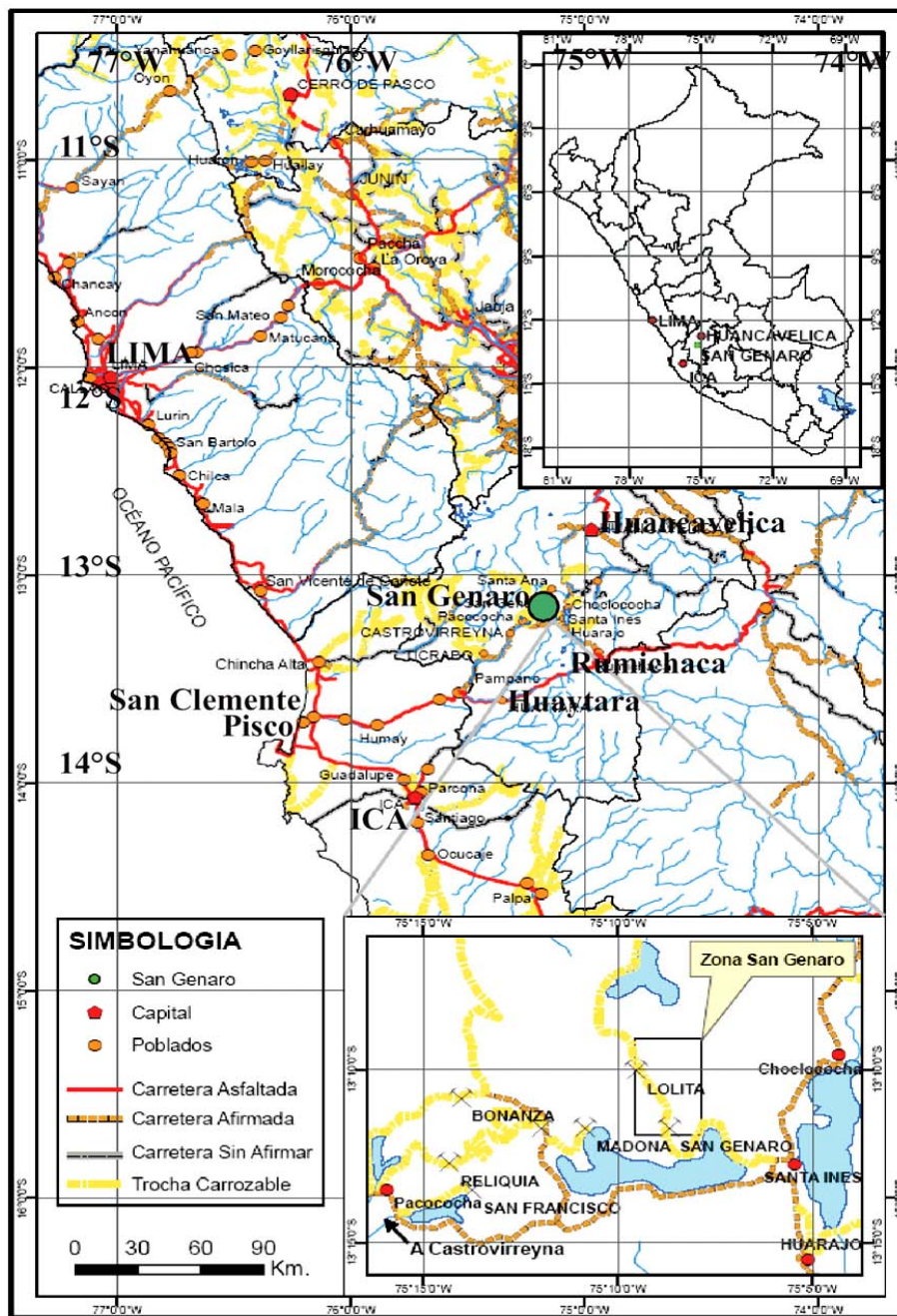
**Cuadro N° 2**

<b>TRAMO</b>	<b>DISTANCIA (Km.)</b>	<b>TIPO DE VIA</b>
Lima – San Clemente (Pisco)	232	Carretera Asfaltada
San Clemente – Rumichaca	195	Carretera Asfaltada
Rumichaca - Santa Inés	52	Carretera Afirmada
Santa Inés – San Genaro	10	Carretera Afirmada
<b>TOTAL</b>	489	

**Cuadro N° 3**

TRAMO	DISTANCIA (Km.)	TIPO DE VIA
Lima – Huancayo	330	Carretera Asfaltada
Huancayo – Huancavelica	127	Carretera Afirmada
Huancavelica – Santa Inés	80	Carretera Afirmada
Santa Inés – San Genaro	12	Carretera Afirmada
<b>TOTAL</b>	<b>549</b>	

**Fig. N° 01**



### **1.3. Metodología del Trabajo.**

- El presente trabajo se realizó entre el mes de Junio a Diciembre del año 2001 las fases de su ejecución fueron las siguientes:
  - a) Revisión de la información existente y verificación de la misma.
  - b) Realización del levantamiento de líneas de detalle para determinar las características geomecánicas del macizo rocoso.
  - c) Se realizaron muestreos y ensayos de carga puntual para conocer la resistencia a la compresión simple de la roca intacta.
  - d) Mapeo geomecánico y clasificación geomecánica de los macizos rocosos usando las clasificaciones geomecánicas GSI, Q y RMR en labores de explotación, preparación y desarrollo.
  - e) Definición de los tipos de sostenimiento flexible y su control en la colocación y determinación del comportamiento posterior.
  - f) Preparación de tablas, planos y elaboración de informes parciales.
  - g) Elaboración del informe.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO GEOLÓGICO-MINERO**

#### **2.1. Geología**

##### **2.1.1. Geomorfología**

El relieve del área se ha desarrollado sobre un ambiente litológico volcánico (conos y calderas), con rocas de diferente competencia (lavas competentes y piroclásticos más débiles) afectadas por un tectonismo de compresión, el relieve ha sido labrado por acción glaciaria (valles en “U” y circos glaciares) observándose pendientes moderadas en laderas que presentan afloramientos de chimeneas o cuellos volcánicos, así como, presencia de crestas correspondiente a vetas silicificadas que forman relieves positivos por tener una mayor resistencia a la erosión, en el fondo del valle las pendientes son muy suaves, formándose lagunas glaciares y bofedales.



## **2.1.2. Geología Regional**

### **Formación Casapalca**

Constituida por intercalaciones de sedimentos rítmicos del tipo molasa, compuestos por areniscas, conglomerados, limolitas y lutitas rojizas; que se alternan ocasionalmente con areniscas calcáreas. Es conocida con el nombre de "Formación Chonta" las que afloran en la divisoria continental en su parte oriental por las inmediaciones del Paso de Chonta, se le asigna una edad Cretáceo Superior a terciario Inferior con un tope máximo en el Eoceno Superior.

### **Volcánicos Tantara**

Estos volcánicos afloran en la divisoria continental, consiste en derrames de andesitas color gris oscuras, dacitas, flujos de brecha volcánica andesítica y lava fluidal de andesita de color violáceo. Con espesor aproximado de 500 metros yacen en forma discordante sobre los sedimentos de la formación Casapalca.

De acuerdo a algunas dataciones radiométricas (Noble 1972) le asigna una edad de 41.2 m.a. del Eoceno Superior.

### **Grupo Sacsaquero**

Denominado así a un conjunto de unidades Vulcano sedimentarias de derrames andesíticos, que alternan con tufos finos redepositados, flujos de brecha, tufos andesíticos, aglomerados, ocasionalmente con areniscas y tobas, conteniendo alto porcentaje de minerales ferrosos, que por alteración dan a las rocas una coloración rojo violáceo.

### **Formación Choclococha**

Esta formación consiste en horizontes de tufos, aglomerados rojizos, tufos soldados y derrames andesíticos, todos ellos presentan un plegamiento moderado de bajo ángulo aflora al oeste y paralela a la divisoria continental, por las inmediaciones de la laguna Pultoc y al extremo este del pueblo de Choclococha.

A esta formación (Noble) le asigna una edad que van de los 20.9 —30.8 m.a, estando comprendida en las postrimerías del Oligoceno Superior y el Mioceno Inferior.

### **Formación Astohuaraca**

Esta formación aflora en el pueblo de Choclococha en las inmediaciones de la Mina Astohuaraca y al norte de la mina San Genaro, esta representada por una secuencia vulcano

sedimentaria piroclástica, consistente en aglomerados, tufos y brechas con algunas intercalaciones de horizontes re TRABAJADOS de material volcánico de ambiente lacustre.

Según dataciones radiométricas (Noble) le asigna una edad de 12 a 20 m.a. que correspondería al Mioceno Media.

**Volcánicos Caudalosa:**

Constituido por una serie de rocas volcánicas compuestas por intercalaciones de derrames andesíticos de textura porfirítica, tufos y brechas volcánicas con fragmentos de 0.02 a 0.70 metros cementados por una matriz tufácea presentando coloraciones violáceas a verde claro, esta formación tiene un espesor aproximado de 250 metros.

Localmente a esta formación se le ha dividido en dos miembros bien diferenciados, un miembro inferior Volcánicos pseudo estratificados que corresponderían a las formaciones San Julián, Soliman y San Pedro, y un miembro superior sub Volcánicos de carácter intrusivo de composición andesítica masiva a brechoide con disyunción columnar y estructura de flujo que por su posición y modo de emplazamiento casi vertical se le ha considerado roca sub-volcánico que no llego a ser lava, estos stocks sub-volcanicos serian conos volcánicos

truncados (Lyons 1961).

Según dataciones radiométricas (Noble) tienen una edad de 12 a 10.5 m.a. para los volcánicos pseudo estratificados y de 10.5 a 8.0 ma. para los sub-volcánicos, ambos corresponden al Mioceno Superior.

### **Volcánicos Huichinga**

Localmente conocida como formación Quispejaguar, constituidas por capas de andesitas de color gris oscuro a azulado, presentan marcada disyunción columnar, ocurren constituyendo verdaderas prominencias a manera de conos volcánicas. Los cerros Monserrate y Quispejaguar han sido cubiertos por dichos volcánicos.

Según Noble su edad sería de 4.6 m.a Mioceno Superior, en el área de San Genaro estos volcánicos son considerados como post-minerales.

### **Formación Astobamba**

Conformado por un conjunto de derrames andesíticos, basálticos y brechas de flujo de similar composición y ocasionalmente horizontes tobáceos y piro clásticos,

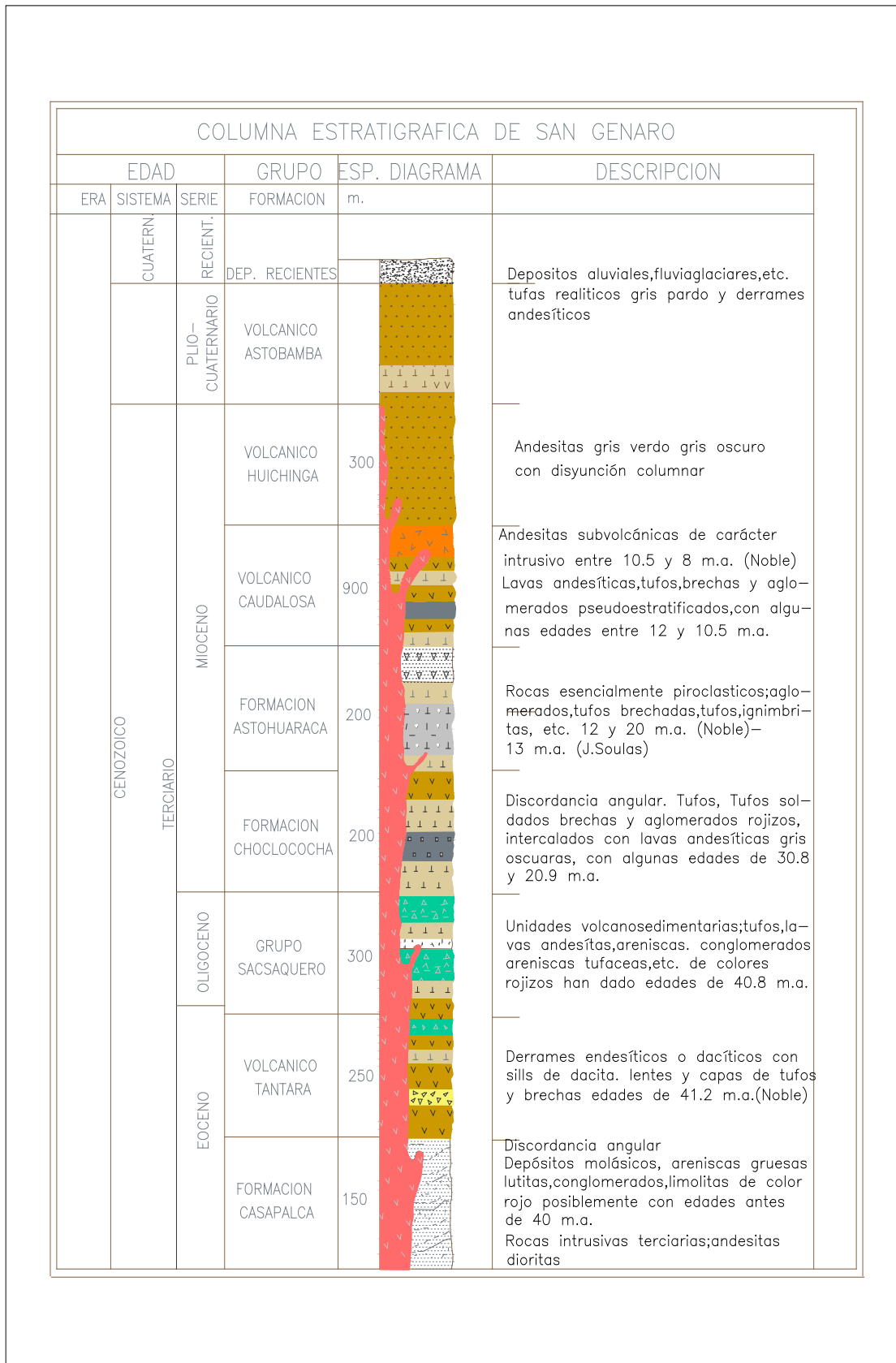
relacionados a centros volcánicos del tipo estrato volcán explosivo.

### **Intrusivos**

En las inmediaciones de la mina de San Genaro se observa una serie de pequeños cuerpos intrusivos presentando xenolitos de carácter intermedio a básico de textura equigranular y de composición diorítica, con algunas facies a monzonita, adamelita, latita cuarcífera y dacita, los minerales constituyentes son los feldespatos, hornblenda y escaso cuarzo.

Estas rocas se presentan generalmente frescas o ligeramente cloritizadas y/o epidotizadas cerca de las estructuras mineralizadas (vetas); y en zonas de fracturamiento las alteraciones se evidencian por la presencia de caolin (caolinización) y sílice (silicificación).

Fig. N° 02



### **2.1.3. Geología Local**

El área de influencia de la mina San Genaro esta formado por derrames lávicos intercalados con rocas piroclásticas volcánicas, observándose masas o domos andesíticos que podrían ser chimeneas volcánicas, las rocas plutónicas se presentan en forma de pequeños stocks y diques. Los afloramientos volcánicos se extienden en una meseta hacia el Norte, NW y S del Cerro Palomo (donde se presentan ligeramente plegadas). En la región la actividad volcánica ha sido constante agrupando las unidades litológicas en las siguientes formaciones.

#### **Formación San Genaro**

Está compuesto de rocas andesíticas, intercaladas con tufos de grano fino a medio, los derrames son de 2 a 10 cm de espesor, de textura afanítica, color gris azulado a oscuro. Las andesitas muestran estructuras de flujo y una disyunción poligonal (estructuras columnares). El contacto superior de las capas es suave y el inferior muestra estructura en almohadilla.

Los tufos son uniformes de grano medio a grueso y no muestran planos de deposición; las amígdalas están rellenas con calcita, cuarzo y clorita, presentándose cloritizados en los alrededores de San Genaro.

### **Formación San Julián**

Consiste de abajo hacia arriba en una primera secuencia de brechas tufaceas y hacia arriba a brechas, continua una segunda secuencia consistente en derrames de andesitas con brechas tufaceas. La brecha tufácea de la base de la primera secuencia es más gruesa y la mejor desarrollada regionalmente; de color gris claro con fragmentos redondeados a sub-redondeados de 5 a 70 cm de diámetro.

### **Formación Solimán**

Se encuentra en discordancia angular sobre la formación San Julián, consiste de un grueso horizonte tufáceo en el piso y otro en el techo; al medio una intercalación de tufo y capas de andesitas en la siguiente forma:

Hacia el piso, tufos brechosos con aglomerados y derrames andesíticos intercalados con sedimentos lacustres. Al medio 6 capas de andesitas porfiríticas de color gris, negro y verde con intercalaciones de jaspe y tufos.

Hacia el techo tufos riolíticos de color gris claro con intercalaciones de brechas.



### **Formación San Pedro**

Se extiende en la parte más alta de San Genaro y Caudalosa. Consiste de un horizonte inferior formado de tufos intercalados con 5 capas de brecha y un horizonte superior formado por dos capas gruesas de andesitas con intercalación de tufos.

### **Chimeneas Volcánicas**

Se presentan como masas o domos aparentemente circulares de andesita. Las más prominentes constituyen los cerros "Caira orcco" y "Saira orcco" Al norte de San Genaro. Lyons indicó que los cerros Quispejahuar y Aranzazu son chimeneas volcánicas.

### **Rocas Intrusivas**

Al N Y NW de la mina San Genaro, se observan una serie de pequeños intrusivos que varían en tamaño desde cuerpos de 15 x 20 m. hasta de 150 x 300 m. Se han reconocido alrededor de 29 cuerpos intrusivos.

El color de la roca varia, desde colores claros hasta gris oscuros y su composición es la de una monzonita con algunos cambios hacia adamelita con textura porfirítica.

Los intrusivos de mayor tamaño que han sido observados en San Julian y Jofre tienen abundantes xenolitos de carácter básico y se presentan ligeramente cloritizados, cerca de las vetas y zonas de fracturamiento, la alteración se evidencia por caolinización y silicificación.

#### **2.1.4. Suelos**

##### **2.1.4.1. Depósitos Glaciares**

Se observa acumulaciones de material morrénico antiguo y reciente distribuido en la cabecera de los valles glaciares; resto de este material se encuentra tapizando el fondo de los valles glaciares; este material consiste de gravas y bloques medianos, sub-angulosos a sub-redondeados, englobados en una matriz limo arenosa o arcillo arenosa.

##### **2.1.4.2. Depósitos Fluvioglaciares**

Durante el cuaternario el proceso erosivo es activo y guarda relación con el desarrollo de varias etapas de glaciación con sus productos consiguientes, los cuales fueron acarreados y depositados por los ríos de ambas vertientes; posteriormente, la profundización de sus cauces ha desarrollado terrazas aluvionales, las más recientes adyacentes al río y las más antiguas más

alejadas y a diversos niveles de altura, con estas terrazas se relacionan algunos conos de deyección de material aluvional proveniente de las quebradas laterales.

#### **2.1.4.3. Depósitos Coluviales**

En las laderas de los valles se ha depositado material de escombros de gravas y bloques sub-angulosos distribuido en material limo arenoso y grava fina.

#### **2.1.4.4. Depósitos Aluviales**

Se tiene depósitos aluviales en el lecho de los ríos y en las desembocaduras de los ríos en las lagunas.

#### **2.1.5. Geología Estructural**

Estructuralmente en toda esta región minera se han producido fuerzas compresionales de dirección N40°E – S40°W, concordante con el levantamiento de los andes centrales que han originado fracturas de cizalla de gran longitud y por consiguiente de gran profundidad con rumbos E-W y N-S, acompañados por fracturas menores de tensión NE y NW con predominancia de las del sistema NE. Todas estas estructuras forman grandes lazos cimoides como es el caso del yacimiento minero de San Genaro, Caudalosa y los yacimientos del distrito

de Huachocolpa al este. Estas estructuras han servido de receptáculo de las soluciones hidrotermales mineralizantes.

Las estructuras mineralizadas de mayor importancia, se han emplazado en dos sistemas de fracturas, unas de cizallamiento y otras de tensión:

- Fracturas de cizallamiento, con rumbos N85° a 65°W y buzamiento 80°N hasta 70°S a este grupo corresponden las vetas Rápida, Jofre este, Aranzazu, Bella, Trabajo, Poder, Milagritos y Purísima. Estas vetas se caracterizan por tener estructura en “echelón” y lazos cimoides.
  
- Fracturas de tensión, forman un sistema menos frecuente de vetas entre los que se incluyen las vetas; Norte, San Julián, San Genaro, Carmen, Alejandro, Revuelta, Quispisisa, y Esperanza. El rumbo de este sistema es de N 75° a 55° E, con buzamientos Sur y Norte. Los cuerpos mineralizados en este sistema son de una longitud menor a las de fractura de cizallamiento.

### **2.1.6. Geología Minera**

La mineralización de las vetas se ha originado por procesos epitermales y mesotermiales, que conforman menas de plata y polimetálicos, cuya distribución es atribuible a un zoneamiento tanto vertical como horizontal.

Los Principales minerales de mena son: galena, esfalerita, tetraedrita, chalcopirita pirargirita polibasita, proustita, estibina, plata nativa y oro.

Las gangas más persistentes son: cuarzo, (hialino, lechoso, amatista), baritina, calcita, rodocrosita, rodonita, pirita y hematita.

Los minerales de mena se presentan en pequeñas bandas o hilos alternando con las gangas, o están diseminados en granos finos o gruesos sobre las gangas, también se ofrecen cristalizados en geodas o cavidades, en algunas vetas la concentración de sulfuros se presentan bordeando los clastos de una brecha o micro brecha forman estructuras tipo escarpela.

La mineralización no es igual en todas las vetas, en aquellos que se emplazan en la parte sur como Poder, La Fé y Alivio, la

mineralogía predominantemente es de Plata, en las que se ubica en la parte central. Como Trabajo, Genarito, Aranzazu, Quispisisa y Revuelta, el contenido de Plomo y Zinc se incrementa ligeramente, por último las vetas que se ubican hacia el Noreste como Siglo Nuevo y Mañoso vuelven a incrementar sus valores de Plata.

La mineralogía de casi todas las vetas, esta representada por un cuarzo lechoso masivo, aparentemente de la primera etapa de mineralización, el cual ha rellenado todas las fracturas pre-existente desde cierta profundidad hasta superficie, posteriormente parece haber ocurrido una reactivación de estas vetas de cuarzo lo que dio lugar a fracturas y fallas locales algunas veces en el contacto del cuarzo lechoso con la caja piso, otras veces con la caja techo y menos frecuente en la parte central del relleno de cuarzo lechoso. Después de esta reactivación hubo una mineralización de Calcopirita, Galena, Esfalerita y Sulfosales como Proustita, Pirargirita, algo de Tetrahedrita y pirita, la Esfalerita es tipo Blenda Rubia que no es de alta temperatura. Se observa que ha habido varias etapas sucesivas de cuarzo y carbonatos como rodocrocita, calcita y siderita para el caso de San Genaro parece que la mineralización de Oro, que no es intensa esta relacionado a la

de Plata, especialmente a la que emplazo en las partes superiores como última etapa.

Se observa algunos sulfatos como baritina en forma de cristales y algo de yeso cristalizado.

En resumen, los minerales de mena son: Argentita, Proustita, Pirargirita, Esfalerita, Galena y Tetrahedrita. Los minerales de ganga son: Cuarzo, Pirita, Baritina, Rodocrosita, Calcita, Siderita y Goetita (informe del Ing. Arcadio Vargas y estudios petrográficos y mineragráficos: Roger Cabos y Fernando Soto.

Es muy importante señalar que el proceso de alteración hidrotermal que ha ocurrido en el área ha afectado notablemente las condiciones geomecánicas de cajas y vetas, los cuales han sufrido una variación por reemplazamiento y lixiviación del macizo rocoso original.

Los procesos de argilización, Sericitización y Propilitización, empobrecen el macizo rocoso, estas alteraciones se da mayormente en las labores que van sobre veta.

Los procesos de piritización y silicificación van a dar mayor resistencia al macizo rocoso.

## **2.2. Métodos de Explotación**

En la Mina San Genaro las estructuras mineralizadas se presentan en forma de vetas. Con potencias promedios de 0.50 a 1.50 m. y buzamientos que varían entre 70° a 80°, lo cual obliga a realizar una explotación subterránea, los métodos de explotación utilizados son los siguientes:

- Corte y relleno ascendente (casi en todas las labores).
- Shirkange Estático (En algunas labores).

### **2.2.1. Corte y Relleno Ascendente**

Este método es utilizado en la Mina San Genaro para extraer el mineral se denomina también “over cut and fill”. El minado de corte y relleno ascendente se realiza en forma de tajadas horizontales comenzando del fondo del tajo avanzando hacia arriba.

El mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo. Cuando toda la tajada ha sido disparada, el volumen extraído es relleno con un material estéril para el soporte de las cajas, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada. En la mina San Genaro se utiliza material estéril proveniente de las labores de preparación en un 30% y material detrítico en un 70% como relleno proveniente de canteras cercanas a la mina.



Las dimensiones de los tajos generalmente son de 50 x 50 m., se tiene cinco niveles principales de explotación los cuales son: Nv.0, Nv.070, Nv.120, Nv.170, Nv.230.

La extracción en los tajos se realiza con winches neumáticos y eléctricos el acarreo del mineral se realiza con locomotoras a batería de tipo Goodman y Kleyton que jalan los carros mineros a través de los niveles principales también se cuenta con una rampa en donde se acarrea el mineral con volquetes de los niveles 230 y 170.

### **2.2.2. Shrinkage Estático**

Este sistema se aplicó en algunas labores, este método de explotación consiste en extraer el mineral cortándolo en rebanadas horizontales, comenzando de la parte baja y avanzando hacia arriba.

El mineral es almacenado provisionalmente en el mismo tajeo hasta que se termine el corte para ser luego extraído, este método fue utilizado en vetas con buzamientos pronunciados y de poca potencia (0.50m.) en promedio, El carguío y acarreo se realiza similar al método de corte y relleno ascendente.

Debido a la falta de reservas se esta realizando recuperación de puentes y relleno de tajos antiguos que vienen desde la época de los españoles.

## **CAPÍTULO III**

### **3. CONDICIONES GEOMECÁNICAS**

#### **3.1. Descripción y Caracterización de los Macizos Rocosos**

El macizo rocoso como medio discontinuo presenta un comportamiento geomecánico que puede ser estudiado y categorizado en función de su aptitud para distintas aplicaciones, con este objetivo surgieron las clasificaciones geomecánicas que aportan mediante la observación directa y la realización de sencillos ensayos, índices de calidad relacionadas con los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.

En general las clasificaciones geomecánicas parten de la combinación de algunos de los siguientes parámetros del macizo rocoso.

- Resistencia del material rocoso.
- R.Q.D.
- Espaciado de discontinuidades.

- Orientación de discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades (continuidad, espaciado, rugosidad y relleno).
- Estructura geológica y fallas individualizadas.
- Filtraciones.
- Estado tensional.

### **3.2. Estaciones de Mediciones**

Se realizaron las estaciones de medición utilizando los formatos de línea de detalle (anexo 1). Estos se realizaron en los siguientes niveles y labores de la mina:

- Nv.-170 Cx. 500-N (Línea 1).
- Nv.-230 Gal. 906 Veta Poder (Línea 2 y Línea 3).
- Nv.-0 o S.G. Gal. 635-E Veta Alejandro (Línea 4).
- Nv.-070 Cx. 720-S (Línea 5).
- Nv.-070 Gal. 204 Veta Jofre (Línea 6).

La información que contienen estos formatos de línea de detalle son:

Matriz Rocosa:

- Identificación.
- Meteorización.
- Resistencia.

Discontinuidades:

- Orientación.

- Características.
- Espaciado.
- Continuidad.
- Rugosidad.
- Resistencia de las paredes.
- Apertura.
- Relleno.
- Filtraciones.
- Resistencia al corte.

### **3.3. Análisis Estereográfico**

Para la realización del análisis estereográfico se utilizó el software Dips V 5.1 con el cual determinamos los principales sistemas de fracturamiento.

#### **3.3.1. Identificación de Familias de Discontinuidades**

Usando el software DIPS.v 5.0 se registraron las orientaciones de las discontinuidades de cada línea de detalle obteniéndose las principales familias de fracturas estadísticamente.

Los resultados lo podemos observar en el **(Anexo 2)**.

### **3.4. Análisis de Estabilidad de Cuñas**

Para tener una mayor información del comportamiento del macizo rocoso se realizó el análisis de cuñas, el cual nos permitirá determinar la formación de cuñas deslizantes que se forman por la combinación de tres planos de sistemas de fracturas y sus factores de seguridad los cuales van a depender del ángulo de Fricción y Cohesión de los planos de fracturas.

El análisis de cuñas se realizo utilizando el software undwege 3.0 para lo cual se requirió contar con la siguiente información:

- Buzamiento y Dirección de Buzamiento (hallados con el DIPS) de los principales sistemas de fracturamiento.
- Dirección de la labor.
- Peso específico del macizo rocoso.
- Angulo de fricción.
- Cohesión.

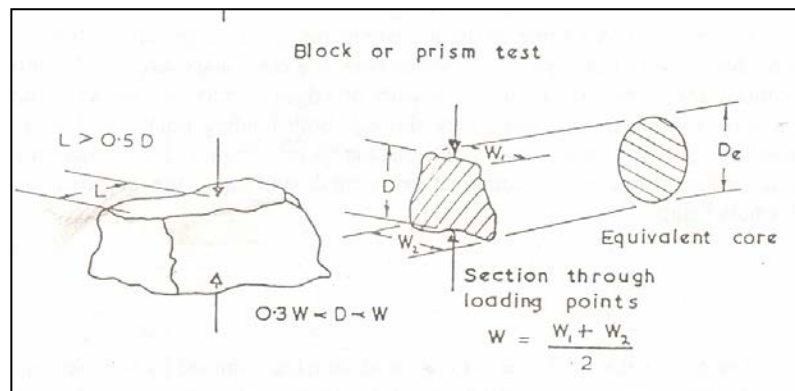
El software nos permitirá determinar todas las probables cuñas formadas por las principales familias de discontinuidades y sus respectivos factores de seguridad, también nos va a permitir simular los cambios que se van a producir en los factores de seguridad con la colocación de sostenimiento (Pernos de Cabeza expansiva).

En la mina San Genaro se trabajo con un factor de seguridad mínimo de **F.S.=1.3** y los resultados lo podemos observar en el **(Anexo 5)**.

### 3.5. Ensayos de Carga Puntual

Con el fin de obtener una mayor información del macizo rocoso se realizaron ensayos de carga puntual, para lo cual se tomaron muestras en diferentes labores, el procedimiento para la realización de los ensayos de carga puntual es el siguiente: Se carga axialmente en una máquina de compresión y se registra la carga de rotura. La resistencia de la compresión se obtendrá Realizando los siguientes cálculos.

Fig. N° 03



$$De = \frac{4}{\pi (W \times D)} \rightarrow Is = \frac{P}{De} \rightarrow F = \frac{De}{50} \times e^{0.45}$$

$$Is(50) = Is \times F \rightarrow \sigma_c = 24 Is(50)$$

Donde

De = Dimensión Equivalente

P = Carga aplicado para la rotura del fragmento rocoso

F = Factor de Corrección

W = Ancho equivalente donde se aplica la carga

$\delta_c$  = Resistencia a la compresión simple

Is = Índice de Carga Puntual

**CUADRO N° 04**

RESULTADOS DE ENSAYOS POR CARGA PUNTUAL MUESTRAS TOMADAS EL MES DE JUNIO										
MUESTRA	De (cm.)	CARGA DE ROTURA (Kg-f)	Is (mpa)	Is(50) (mpa)	Rc (mpa)	F	PROMEDIO (mpa)	TIPO DE ROCA	NIVEL	LABOR
42821	5,20	60	2,22	3,62	86,86	1,63	97	ANDESITA	170	XC500N
	4,85	60	2,55	3,88	93,13	1,52				
	3,70	55	4,02	4,66	111,90	1,16				
42822	7,35	30	0,56	1,28	30,73	2,31	28	ANDESITA CON ALTERACION ARGILICA	170	XC500N
	5,80	15	0,45	0,81	19,47	1,82				
	5,90	20	0,57	1,06	25,52	1,85				
	4,80	25	1,09	1,63	39,21	1,51				
	6,10	20	0,54	1,03	24,68	1,91				
42823	4,15	50	2,90	3,78	90,70	1,30	95	ANDESITA	170	XC500N
	5,31	45	1,60	2,66	63,80	1,67				
	3,62	65	4,96	5,63	135,17	1,14				
	4,35	40	2,11	2,88	69,22	1,36				
	3,95	60	3,85	4,76	114,35	1,24				
42824	5,40	65	2,23	3,78	90,61	1,69	102	ANDESITA	170	XC500N
	3,65	60	4,50	5,16	123,75	1,14				
	5,05	75	2,94	4,66	111,80	1,58				
	6,35	70	1,74	3,46	82,98	1,99				
42825	6,20	80	2,08	4,05	97,13	1,94	139,02	MINERAL	230	GAL906
	4,00	80	5,00	6,27	150,56	1,25				
	5,20	75	2,77	4,52	108,58	1,63				
	3,35	110	9,80	10,30	247,18	1,05				
	5,10	80	3,08	4,92	118,08	1,60				
	5,30	70	2,49	4,14	99,43	1,66				
	4,70	95	4,30	6,34	152,16	1,47				
42826	6,40	50	1,22	2,45	58,81	2,01	93	ANDESITA	230	GAL906
	4,70	60	2,72	4,00	96,10	1,47				
	2,90	45	5,35	4,87	116,81	0,91				
	5,30	70	2,49	4,14	99,43	1,66				

**CUADRO N° 05**

RESULTADOS DE ENSAYOS POR CARGA PUNTUAL MUESTRAS TOMADAS EL MES DE JULIO										
MUESTRA	De (cm.)	CARGA DE ROTURA (Kg-f)	Is (mpa)	Is(50) (mpa)	Rc (mpa)	F	PROMEDIO (mpa)	TIPO DE ROCA	NIVEL	LABOR
37604	5,92	55	1,57	2,91	69,94	1,86	87,59	ANDESITA	0	Gal. 635W
	5,42	60	2,04	3,47	83,33	1,70				
	5,50	80	2,64	4,56	109,50	1,73				
37605	7,31	20	0,37	0,86	20,60	2,29	20,66	ANDESITA CON ALTERACION ARGILICA	70	Xc-720S
	5,55	15	0,49	0,85	20,35	1,74				
	5,47	10	0,33	0,57	13,76	1,72				
	4,04	15	0,92	1,16	27,95	1,27				
37606	5,92	295	8,42	15,63	375,12	1,86	272,55	ANDESITA	70	Xc-720S
	5,83	135	3,97	7,26	174,32	1,83				
	3,50	130	10,61	11,65	279,61	1,10				
	4,90	170	7,08	10,88	261,17	1,54				

**3.6. Sistemas de Clasificaciones Geomecánicas**

Las clasificaciones más utilizadas son las de Bieniawski (1973, 1979) que obtiene el índice R.M.R., la de Barton et (1974) con el índice Q y el Índice GSI (Hoek-Brown). Estas clasificaciones permiten



caracterizar la calidad del macizo rocoso en condiciones previas a una excavación y obtener parámetros para el diseño de túneles.

### **3.6.1. Índice R.M.R.**

Constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros de diseño y sostenimiento de túneles. Esta clasificación tiene en cuenta los siguientes parámetros geomecánicos:

- Resistencia uniaxial de la matriz rocosa.
- Grado de fracturamiento del macizo en términos del RQD.
- Espaciado de las discontinuidades.
- Condiciones de las discontinuidades.
- Condiciones hidrogeológicas.
- Orientación de las discontinuidades respecto a la excavación.

La incidencia de estos parámetros en el comportamiento de la excavación se expresa por medio de un índice de calidad denominado Rock Mass Rating, RMR, que varía de 0 a 100.

Para aplicar la clasificación geomecánica RMR se divide el macizo rocoso a lo largo del eje del túnel en un número de tramos que presenten características geológicas más o menos

uniformes de acuerdo con medidas hechas en campo, según se indica en el **Cuadro 06**.

Una vez obtenidas las puntuaciones, resultado de aplicar los cinco parámetros de clasificación, se efectúa la corrección por la orientación de discontinuidades y se obtiene un valor numérico con el que se entra en la clasificación. Esta clasificación distingue cinco clases de roca y sus correspondientes índices RMR.

El significado geotécnico se expresa en el **Cuadro 08**. La valoración obtenida clasifica al macizo en cinco tipos, a los que se les asigna una calidad y unas características geotécnicas.

Así un macizo rocoso clasificado como Muy Bueno, (**Clase 1**) será un macizo rocoso duro, poco fracturado, sin filtraciones importantes y poco meteorizadas, presentando muy pocos problemas frente a su estabilidad y resistencia.

Los RMR se determinaron para cada labor en donde se realizaron las líneas de detalle mostrándose los resultados en los siguientes cuadros (11, 12, 13, 14, 15, 16).

**CUADRO N° 06**

**Parámetros De Clasificación**

1	Resistencia de la roca sana	Ensayo de carga puntual	>100 Kp/cm <sup>3</sup>	40-80 Kp/cm <sup>3</sup>	20-40 Kp/cm <sup>3</sup>	10-20 Kp/cm <sup>3</sup>	Compresión simple (Kp/cm <sup>2</sup> )		
		C. Simple	>2500 Kp/cm <sup>3</sup>	1000-2500 Kp/cm <sup>3</sup>	500-1000 Kp/cm <sup>3</sup>	250-500 Kp/cm <sup>3</sup>	50-250	10-50	<10
Valoración			15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
	Valoración		20	17	13	6	3		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
	Valoración		20	15	10	8	5		
4	Estado de las diaclasas		Muy rugosas Discontinuas Sin separaciones Bordes sanos y duros	Ligeramente rugosas Abertura <1mm Bordes duros	Ligeramente rugosas Abertura <1mm Bordes blandos	Espejos de falla o con relleno < 5mm o abiertas 1-5mm Diaclasas continuas	Relleno blando >5mm o abertura > 5mm Diaclasas continuas		
	Valoración		30	25	20	10	0		
5	Agua freática	Caudal por 10 m de tunel	Nulo	<10 litros/min.	10-25 litros/min.	25-125 litros/min.	>125 litros/min.		
		Relación Presión agua Tensión Princ. Mayor	0	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Fluyendo		
	Valoración		15	10	7	4	0		

**CUADRO N° 07**

**Corrección por la Orientación de las Diaclasas**

Dirección y Buzamiento		Muy Favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy Desfavorables
Valoración para	Túneles	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-50

**CUADRO N° 08**

**Clasificación**

Clase	I	II	III	IV	V
Calidad	Muy Buena	Buena	Media	Mala	Muy Mala
Valoración	100-81	80-61	60-41	40-21	<20

**CUADRO N° 09**

**Características**

Clase	I	II	III	IV	V
<b>Tiempo de mantenimiento y longitud</b>	10 años con 5m de vano	6 meses con 8 m. de vano	1 semana con 5m de vano	10 horas con 2.5m de vano	30 min. con 1m de vano
<b>Cohesión</b>	>4 Kp/cm <sup>2</sup>	3-4 Kp/cm <sup>2</sup>	2-3 Kp/cm <sup>2</sup>	1-2 Kp/cm <sup>2</sup>	<1 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>Ángulo de rozamiento</b>	>45°	35°-45°	25°-35°	15°-25°	15°

**CUADRO N° 10**

**Orientación de las Diaclasas**

Dirección Perpendicular al eje del túnel				Dirección paralela al eje del túnel		Buzamiento 0°-20° cualquier dirección
Excavación con buzamiento		Excavación contra buzamiento				
Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	Buz. 45°-90°	Buz. 20°-45°	
Muy Favorable	Favorable	Media	Desfavorable	Muy Desfavorable	Media	Desfavorable

**TABLA N° 01** Necesidades de sostenimiento (Según Bieniawski)

RMR	EXCAVACION	BULONADO	GUNITADO	CERCHAS
>81	Sección completa avances de 3 m	Algún bulón ocasional	Innecesario	No
61 -80	Sección completa avances de 1 - 1.5 m	Bulonado local en bóveda L=2-3m, S=2-2-5m	5 cm en bóveda Eventualmente mallazo	No
41 - 60	Avance y destrozo avances de 1.5 - 3 m	Bulonado sistemático L=3-4m, s=1.5 - 2 m	5-10 cm en bóveda, 3 cm hastiales, Mallazo en bóveda	No
21 - 40	Avance y destrozo avances de 1 - 1.5 m	Bulonado sistemático L=4-5m, s=1- 1.5 m	1-15 cm en bóveda, 10 cm en hastiales, Mallazo sistemático	Ligeras = 1.5 m
<20	Fases múltiples avances de 0.5 - 1 m	Bulonado sistemático (incluso en solera) L=5-6m, s=1-1.5 m	15-20 cm en bóveda, 15 cm hastiales y 5 cm frente Mallazo sistemático	Pesadas, cerradas s 0.75 m

### Cuadro N° 11

CALCULO RMR LINEA 1 XC-500																
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Xc-500</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Trend</th> <th style="text-align: center;">Plunge</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">10°</td> <td style="text-align: center;">0°</td> </tr> </table>											Xc-500		Trend	Plunge	10°	0°
Xc-500																
Trend	Plunge															
10°	0°															
Sistemas de Fracturas	DDip	Dip	Espaciamento(m)	Per	Longitud (m)	Apert	Rug	Rell	Met	Agua Sub						
Set 1	153	69	0.32	C	1-3	Ce	R	N-B	S-M	H						
Set 2	88	82	0.36	C	1-3	Ce	R	N-B	S-M	H						
Set 3	10	74	0.41	C	1-3	Ce	R	N-B	S-M	H						
(Per) Persistencia C=Continua D=Discontinua			(Apert)Apertura Ce=Cerrada A=Abierta			(Rug)Rugosidad R=Rugosa S=Suave										
(Met)Meteorización A=Alta M=Moderada S=Suave			Agua Subterranea S=Seco H=Húmedo M=Mojado G=Goteo F=Flujo			Relleno N=Ninguno D=Duro B=Blando										
RMR	Datos	Val														
		Max	Min													
RQD	87.47	15	15													
Resistencia Compresión Simple (Mpa)	90	8	8													
Espaciado Entre Discontinuidades (m)	0.41-0.32	10	10													
Persistencia	1-3	4	4													
Apertura	Ce	6	6													
Rugosidad	R	5	5													
Relleno	N-D	6	4													
Meteorización	S-M	5	3													
Agua Subterranea	H	10	10													
<b>RMR BASICO</b>		<b>69</b>	<b>65</b>													
<b>CORRECCION POR ORIENTACION:</b>				El Segundo sistema de fracturas se presenta sub paralelo al eje de la labor el cual se considera como el más desfavorable, Buz. (82°) Muy Desfavorable (Valoración=-12)												
<b>RMR Corregido =</b>				<b>Max</b>	<b>Min</b>											
				57	53											

### Cuadro N° 12

CALCULO RMR LINEA 2 Gal-906																
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Gal-906</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Trend</th> <th style="text-align: center;">Plunge</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">135°</td> <td style="text-align: center;">0°</td> </tr> </table>											Gal-906		Trend	Plunge	135°	0°
Gal-906																
Trend	Plunge															
135°	0°															
Sistemas de Fracturas	DDip	Dip	Espaciamento(m)	Per	Longitud (m)	Apert	Rug	Rell	Met	Agua Sub						
Set 1	225	21	0.22	C	1-3	Ce	R	N	S-M	H						
Set 2	170	85	0.31	C	1-3	Ce	R	D	S-M	H						
Set 3	209	66	0.55	C	1-3	Ce	R	N	S-M	H						
Set 4	273	72	0.89	C	1-3	A (2mm.)	R	N	S-M	H						
(Per) Persistencia C=Continua D=Discontinua			(Apert)Apertura Ce=Cerrada A=Abierta			(Rug)Rugosidad R=Rugosa S=Suave										
(Met)Meteorización A=Alta M=Moderada S=Suave			Agua Subterranea S=Seco H=Húmedo M=Mojado G=Goteo F=Flujo			Relleno N=Ninguno D=Duro B=Blando										
RMR	Datos	Val														
		Max	Min													
RQD	79.65	15	15													
Resistencia Compresión Simple (Mpa)	90	8	8													
Espaciado Entre Discontinuidades (m)	0.89-0.22	15	10													
Persistencia	1-3	4	4													
Apertura	C	6	6													
Rugosidad	R	5	5													
Relleno	N-D	6	4													
Meteorización	S-M	5	3													
Agua Subterranea	H	10	10													
<b>RMR BASICO</b>		<b>74</b>	<b>65</b>													
<b>CORRECCION POR ORIENTACION:</b>				El tercer sistema de fracturas se presenta sub paralelo al eje de la labor con un buz. Mayor a 45° considerandose como el más desfavorable Buz. (66°) Muy Desfavorable (Valoración=-12)												
<b>RMR Corregido =</b>				<b>Max</b>	<b>Min</b>											
				62	53											

### Cuadro N° 13

CALCULO RMR LINEA 3 Gal-906																
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Gal-906</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Trend</th> <th style="text-align: center;">Plunge</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">80°</td> <td style="text-align: center;">0°</td> </tr> </table>											Gal-906		Trend	Plunge	80°	0°
Gal-906																
Trend	Plunge															
80°	0°															
Sistemas de Fracturas	DDip	Dip	Espaciamiento(m)	Per	Longitud (m)	Apert	Rug	Rel	Met	Agua Sub						
Set 1	146	74	0.28	C	1-3	Ce-A (2mm.)	R	N-D	M	H						
Set 2	64	63	0.46	C	1-3	Ce	R	N	M	H						
Set 3	178	33	0.59	C	1-3	Ce	R	N	M	H						
Set 4	286	37	0.64	C	1-3	Ce	R	N-D	M	H						
(Per) Persistencia			(Apert)Apertura			(Rug)Rugosidad										
C=Continua D=Discontinua			Ce=Cerrada A=Abierta			R=Rugosa S=Suave										
(Met)Meteorización			Agua Subterránea			Relleno										
A=Alta M=Moderada S=Suave			S=Seco H=Húmedo M=Mojado			N=Ninguno D=Duro B=Blando										
G=Goteo F=Flujo																
RMR	Datos	Val														
		Max	Min													
RQD	85.29	17	17													
Resistencia Compresión Simple (Mpa)	90	8	8													
Espaciado Entre Discontinuidades (m)	0.62-0.28	15	10													
Persistencia	1-3	4	4													
Apertura	C	6	6													
Rugosidad	R	5	5													
Relleno	N-D	6	4													
Meteorización	S-M	5	3													
Agua Subterránea	H	10	10													
<b>RMR BASICO</b>		<b>76</b>	<b>67</b>													
<b>CORRECCION POR ORIENTACION:</b>				El primer sistema de fracturas se presenta sub paralelo al eje de la labor con un buz. Mayor a 45° considerandose como el más desfavorable Buz. (74°) Muy Desfavorable (Valoración=-12)												
<b>RMR Corregido =</b>				<b>Max</b>	<b>Min</b>											
				64	55											

### Cuadro N° 14

CALCULO RMR LINEA 4 Gal-635																
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Gal-635</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Trend</th> <th style="text-align: center;">Plunge</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">250°</td> <td style="text-align: center;">0°</td> </tr> </table>											Gal-635		Trend	Plunge	250°	0°
Gal-635																
Trend	Plunge															
250°	0°															
Sistemas de Fracturas	DDip	Dip	Espaciamiento(m)	Per	Longitud (m)	Apert	Rug	Rel	Met	Agua Sub						
Set 1	318	24	0.23	C	1-3	Ce	R	B	S-M	H						
Set 2	165	89	0.23	C	1-3	Ce	R	B	S-M	H						
Set 3	23	83	0.49	C	1-3	Ce	R	B	S-M	H						
(Per) Persistencia			(Apert)Apertura			(Rug)Rugosidad										
C=Continua D=Discontinua			Ce=Cerrada A=Abierta			R=Rugosa S=Suave										
(Met)Meteorización			Agua Subterránea			Relleno										
A=Alta M=Moderada S=Suave			S=Seco H=Húmedo M=Mojado			N=Ninguno D=Duro B=Blando										
G=Goteo F=Flujo																
RMR	Datos	Val														
		Max	Min													
RQD	79.57	15	15													
Resistencia Compresión Simple (Mpa)	75	7	7													
Espaciado Entre Discontinuidades (m)	0.49-0.28	10	10													
Persistencia	1-3	4	4													
Apertura	C	6	6													
Rugosidad	R	5	5													
Relleno	N-D	6	4													
Meteorización	S-M	5	3													
Agua Subterránea	H	10	10													
<b>RMR BASICO</b>		<b>68</b>	<b>64</b>													
<b>CORRECCION POR ORIENTACION:</b>				El Segundo sistema de fracturas se presenta sub paralelo al eje de la labor con un buz. Mayor a 45° considerandose como el más desfavorable Buz. (89°) Muy Desfavorable (Valoración=-12)												
<b>RMR Corregido =</b>				<b>Max</b>	<b>Min</b>											
				56	52											

**Cuadro N° 15**

**CALCULO RMR LINEA 5 Xc-720S**

Gal-720S	
Trend	Plunge
170°	0°

Sistemas de Fracturas	DDip	Dip	Espaciamiento(m)	Per	Longitud (m)	Apert	Rug	Rel	Met	Agua Sub
Set 1	258	8	0.3	C	1-3	Ce	R	N	S	H
Set 2	192	70	0.6	C	1-3	Ce-A(2 mm.)	R	N	S	H
Set 3	144	84	0.7	C	1-3	Ce-A(20 mm.)	R	N	S	H

<b>(Per) Persistencia</b> C=Continua D=Discontinua	<b>(Apert)Apertura</b> Ce=Cerrada A=Abierta	<b>(Rug)Rugosidad</b> R=Rugosa S=Suave
<b>(Met)Meteorización</b> A=Alta M=Moderada S=Suave	<b>Agua Subterranea</b> S=Seco H=Húmedo M=Mojado G=Goteo F=Flujo	<b>Relleno</b> N=Ninguno D=Duro B=Blando

RMR	Datos	Val	
		Max	Min
RQD	93.79	15	15
Resistencia Compresión Simple (Mpa)	75	7	7
Espaciado Entre Discontinuidades (m)	0.7-0.3	15	10
Persistencia	1-3	4	4
Apertura	Ce-A(20 mm.)	6	2
Rugosidad	R	5	5
Relleno	N-D	6	4
Meteorización	S-M	5	3
Agua Subterranea	H	10	10
<b>RMR BASICO</b>		<b>73</b>	<b>60</b>

**CORRECCION POR ORIENTACION:** El primer sistema de fracturas se presenta sub paralelo al eje de la labor con un buz. de hechado de 08° siendo el más desfavorable Buz. (08°) Desfavorable (Valoración=-10)

**Max    Min**

**RMR Corregido =            63    50**

**Cuadro N° 16**

**CALCULO RMR LINEA 6 Gal-204**

Gal-204	
Trend	Plunge
300°	0°

Sistemas de Fracturas	DDip	Dip	Espaciamiento(m)	Per	Longitud (m)	Apert	Rug	Rel	Met	Agua Sub
Set 1	182	71	0.19	C	1-3	Ce	R	N	A-M	H
Set 2	239	70	0.33	C	1-3	Ce	R	N	A-M	H
Set 3	310	58	0.52	C	1-3	Ce	R	N	A-M	H
Set 4	3	78	0.78	C	1-3	Ce	R	N	A	H

<b>(Per) Persistencia</b> C=Continua D=Discontinua	<b>(Apert)Apertura</b> Ce=Cerrada A=Abierta	<b>(Rug)Rugosidad</b> R=Rugosa S=Suave
<b>(Met)Meteorización</b> A=Alta M=Moderada S=Suave	<b>Agua Subterranea</b> S=Seco H=Húmedo M=Mojado G=Goteo F=Flujo	<b>Relleno</b> N=Ninguno D=Duro B=Blando

RMR	Datos	Val	
		Max	Min
RQD	77.05	15	15
Resistencia Compresión Simple (Mpa)	85	8	8
Espaciado Entre Discontinuidades (m)	0.78-0.19	15	9
Persistencia	1-3	4	4
Apertura	Ce	6	6
Rugosidad	R	5	5
Relleno	N-D	6	4
Meteorización	S-M	5	3
Agua Subterranea	H	10	10
<b>RMR BASICO</b>		<b>74</b>	<b>64</b>

**CORRECCION POR ORIENTACION:** El primer sistema de fracturas se presenta sub paralelo al eje de la labor con un buz. Mayor a 45° considerandose como el más desfavorable Buz. (71°) Muy Desfavorable (Valoración=-12)

**Max    Min**

**RMR Corregido =            62    52**

### 3.6.2. Índice Q

Desarrollado por Barton, Lien y Lunde en 1974, constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite establecer sistemas de sostenimientos para túneles y cavernas. El sistema Q está basado en una evaluación numérica de seis parámetros que definen el índice Q. Este índice viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = (RQD/J_n) \times (J_r/J_a) \times (J_w/SRF)$$

Donde:

$J_n$  = índice de diaclasado que indica el grado de fracturamiento.

$J_r$  = índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad de las juntas.

$J_a$  = índice que indica el grado de alteración de las juntas.

$J_w$  = coeficiente reductor por la presencia del agua.

SRF = (stress reduction factor) es un coeficiente que tiene en cuenta la influencia del estado tensional sobre el macizo rocoso.

Los tres grupos de parámetros utilizados son:

$(RQD/J_n)$  = representa el tamaño de los bloques.

$(J_r/J_a)$  = representa la resistencia al corte entre los bloques.

$(J_w/SRF)$  = representa la influencia del estado tensional.

El rango de variación de los parámetros es el siguiente:



RQD:	entre 0 y 100
Jn:	entre 0,5 y 20
Jr:	entre 0,5 y 4
Ja:	entre 0,75 y 20
Jw:	entre 0,05 y 1
SRF:	entre 0,5 y 20

En el Cuadro 17 se indican los criterios de valoración de estos parámetros. El índice Q varía entre 0,001 y 1,000. Este intervalo se ha dividido en 9, que dan lugar a la siguiente clasificación cualitativa:

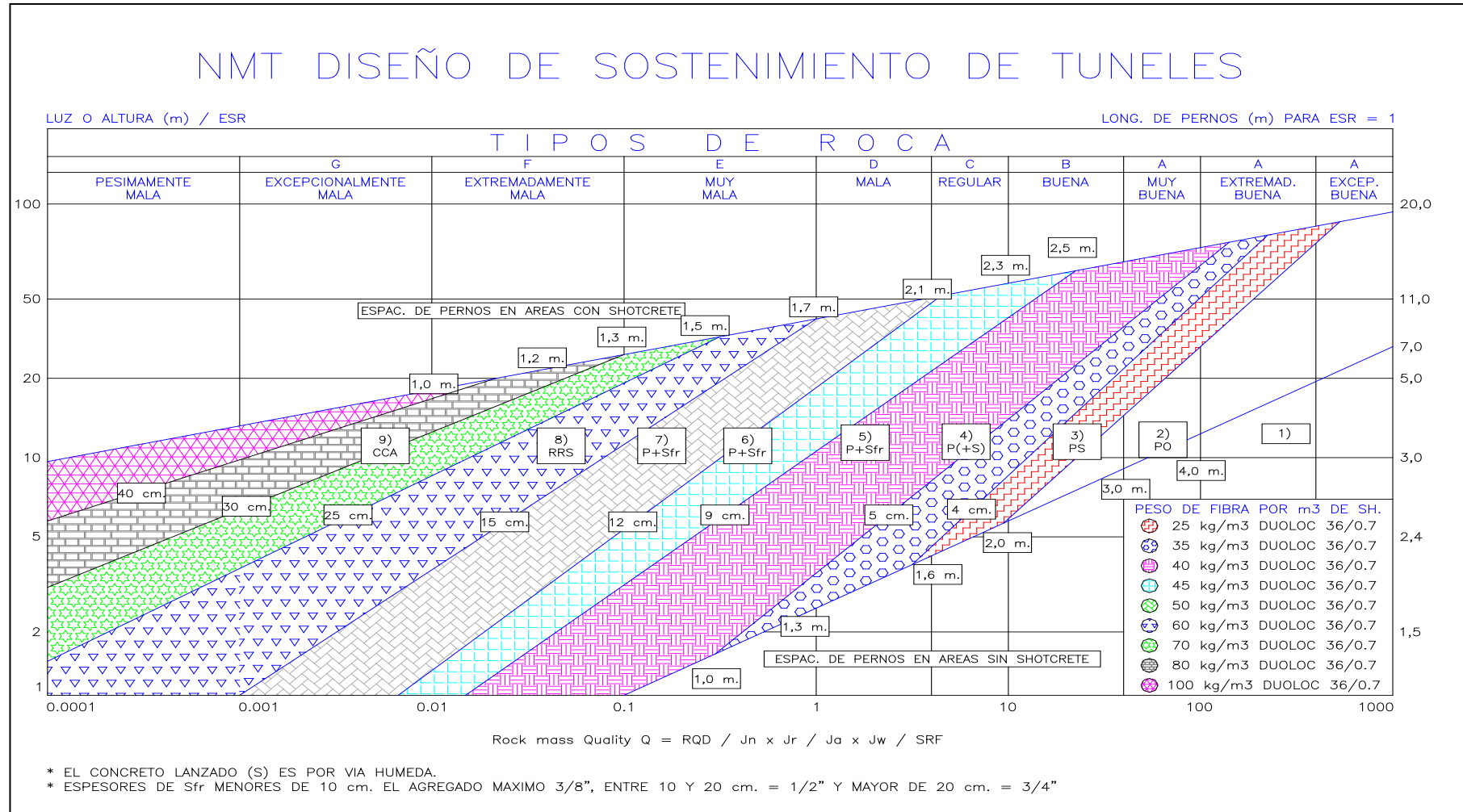
Entre 0,001 y 0,01:	Roca excepcionalmente mala.
Entre 0,01 y 0,1:	Roca extremadamente mala.
Entre 0,1 y 1:	Roca muy mala.
Entre 1 y 4:	Roca mala.
Entre 4 y 10:	Roca media.
Entre 10 y 40:	Roca buena.
Entre 40 y 100:	Roca muy buena.
Entre 100 y 400:	Roca extremadamente buena.

En los siguientes cuadros (18, 19, 20, 21, 22, 23) se tienen los resultados del Q y Q' para cada línea de detalle.

**CUADRO N° 17**  
**CLASIFICACIÓN DE MASAS ROCOSAS PARA ESTIMAR EL REFUERZO EN EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS (SEGÚN BARTON) – INDICE “Q”**

INDICE DE CALIDAD DE LA ROCA		NÚMERO DE DISCONTINUIDADES		FACTOR DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES		FACTOR DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES		FACTOR DE REDUCCIÓN POR CONTENIDO DE AGUA EN DISCONTINUIDADES		FACTOR DE REDUCCIÓN POR TENSIONES		
DESCRIPCIÓN N	RQD	DESCRIPCIÓN	Jn	DESCRIPCIÓN	Jr	DESCRIPCIÓN	Ja	DESCRIPCIÓN	Jw	DESCRIPCIÓN	SRF	
MUY POBRE	0-25	MASIVA O CON MUY POCAS DISCONTINUIDAD	0.5 a 1.0	A DIACLASA DISCONTINUAS	4	A AJUSTADAS, RELLENAS CON MATERIAL COMPACTO, IMPERMEABLE E INESTABLE (CUARZO O EPIDOTA)	0.75	SECAS O FLUJOS BAJOS (.5 l/min.)	1	A MUCHAS ZONAS DÉBILES DE ARCILLA CON EVIDENCIAS DE DESINTEGRACIÓN QUÍMICA, ROCA CIRCUNDANTE MUY SUELTA, CUALQUIER PROFUNDIDAD	10	
POBRE	25-50	UN SISTEMA DE DISCONTINUIDADES	2	B RUGOSAS E IRREGULARES, ONDULANTES	2	B SUPERFICIES INALTERABLES LIGERAS MANCHAS DE OXIDCIÓN	1	FLUJOS A PRESIONES MEDIAS QUE OCASIONEN EROSION DEL MATERIAL DE RELLENO	0.66	B ZONA DEBIL AISLADA CON ARCILLA O ROCA DESINTEGRADA PROFUNDIDAD <50m.	5	
REGULAR	50-75	UN SISTEMA PRINCIPAL Y UNO SECUNDARIO	3	C LISAS, ONDULANTES	2	C SUPERFICIES LIGRAMENTE ALTERADAS, CUBIERTAS CON MATERIAL GRANULAR NO ARCILLOSO, PRODUCTO DE LA DESINTEGRACIÓN DE LA ROCA	2			C ZONA DEBIL AISLADA CON ARCILLA O ROCA DESINTEGRADA PROFUNDIDAD > 50m.	2.5	
BUENA	75-90	DOS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES	4	D LUSTROSAS, ONDULANTES	1.5	D CAPAS SUPERFICIALES DE MATERIAL LIMOSO O ARCILLOSO-ARENOSO, CON UNA PEQUEÑA FRACCIÓN COHESIVA	3	FLUJOS O PRESIONES ALTAS EN ROCA COMPETENTE CON DIACLASAS	0.5	D MUCHAS ZONAS DE FALLA EN ROCA COMPETENTE, ROCA CIRCUNDANTE SUELTA CUALQUIER PROFUNDIDAD.	7.5	
EXCELENTE	90-100	DOS SISTEMAS PRINCIPALES Y UNO SECUNDARIO	6	E RUGOSAS O IRREGULARES, PLANARES	1.5	E CAPAS SUPERFICIALES DE ARECILLA (CAOLINITA, MICA, CLORITA, ETC.) CANTIDADES PEQUEÑAS DE ARCILLA EXPANSIVA EN CAPAS DE 1-2 mm. DE ESPESOR	4	FLUJOS O PRESIONES EXCEPCIONALMENTE ALTAS LUEGO DEL DISPARO, DISMINUYENDO CON EL TIEMPO	0.33	E ZONA DE FALLA AISLADA EN ROCA COMPETENTE, PROFUNDIDAD <30m.	5	
NOTAS: ESTIMAR EL RQD CON ± 5% DE APROXIMACIÓN  CUANDO NO SE DISPONGA DE TESTIGOS: RQD = 115 - 3.3Jv Jv = NÚMERO DE DIACLASA POR M²  SI RQD MENOR, DE 10 EMPLEAR UN VALOR NOMINAL DE 10		TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES	9	F LISAS, PLANARES	1.0	F RELLENO GRANULAR NO CHOESIVO, ROCA DESINTEGRADA LIBRE DE PARTICULAS ARCILLOSAS	4	FLUJOS O PRESIONES EXCEPCIONALMENTE ALTAS LUEGO DEL DISPARO, DISMINUYENDO CON EL TIEMPO	0.2 a 0.1	F ZONA DE FALLA AISLADA EN ROCA COMPETENTE, PROFUNDIDAD >30m.	2.5	
		TRES SISTEMAS PRINCIPALES Y UNO SECUNDARIO	12	G LUSTROSAS PLANARES	0.5	G MATERIAL CON ALTO GRADO DE SOBRECONSOLIDACIÓN, RELLENO CONTINUO (HASTA DE 5mm. DE ESPESOR) DE MATERIAL ARCILLOSO COMPACTO	6	FLUJOS O PRESIONES EXCEPCIONALMENTE ALTAS SIN QUE OCURRA UNA DISMINUCIÓN CON EL TIEMPO	0.1 a 0.05	G MUCHAS ZONAS DE FALLA EN ROCA COMPETENTE, PROFUNDIDAD > 50m.	5	
		CUATRO SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES O MAS (ROCA MUY FRACTURADA)	15	H ZONA CONTENIENDO ARCILLA EN CANTIDAD USFICIENTE COMO PARA IMPEDIR EL CONTACTO ENTRE LAS SUPERFICIES QUE LIMITAN LA DISCONTINUIDAD	1.0	H, RELLENOCONTINUO (HASTA DE 5mm. DE ESPESOR) DE MATERIAL ARCILLOSO	1.0				H TENSIONES BAJAS, POCA PROFUNDIDAD	2.5
		ROCA TRITURADA (TERROSA)	20	J ZONA DE MATERIAL ARENOSO EN CANTIDAD SUFICIENTE COMO PARA IMPEDIR EL CONTACTO ENTRE LAS SUPERFICIES QUE LIMITAN LA DISCONTINUIDAD	1.0	J RELLENO CONTINUO DE ARCILLAS EXPANSIVAS (MONTMORILLONITA). EL VALOR DE Ja DEPENDERA DEL % DE EXPANSIÓN, EL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS ARCILLOSAS, LA ACCESIBILIDAD DEL AGUA, ETC.	1.0				I TENSIONES MODERADAS	1
		NOTAS: PARA INTERSECCIONES EMPLEAR (3.0 = Jn) PARA PORTALES EMPLEAR (2.0 = Jn)										J TENSIONES ALTAS, ESTRUCTURA AJUSTADA, PODRA PRESENTAR PROBLEMAS DE ESTABILIDAD
										K TENSIONES ALTAS, ESTRUCTURA AJUSTADA, PODRA PRESENTAR PROBLEMAS DE ESTABILIDAD	0.5 a 2	
										L ESTALLIDOS DE ROCA MODERADOS EN ROCA MASIVA	5 a 10	
										M ESTALLIDOS DE ROCA SEVEROS EN ROCA MASIVA	10 a 20	
										N PRESION MODERADA DE ROCA CON TENDENCIA EXTRUSIVA	5 a 10	
										O PRESION ALTA DE ROCA CON TENDENCIA EXTRUSIVA	10 a 20	
										P PRESION MODERADA DE ROCA CON TENDENCIA EXPANSIVA	5 a 10	
										R PRESION ALTA DE ROCA CON TENDENCIA EXPANSIVA	10 a 15	
										NOTAS: GRUPOS A a E: CONTACTO ENTRE LAS SUPERFICIES GRUPOS F a J: CONTACTO ENTRE LAS SUPERFICIES PARA DESPLAZAMIENTO DE CIZALLA _10 cm. GRUPOS K a R: NO SE PRODUCE CONTACTO ENTRE LAS SUPERFICIES AL OCURRIR DESPLAZAMIENTOS DE CIZALLA		
										NOTAS: LAS ZONAS DE DEBILIDAD DE LOS GRUPOS A a C SE REFIEREN A AQUELLAS QUE INTERSECTAN A LA EXCAVACIÓN Y QUE PODRIAN CAUSAR UN AFLOJAMIENTO DE LA ROCA CIRCUNDANTE GRUPOS H a M: ROCA COMPETENTE EN LA QUE SE PRESENTA PROBLEMAS DE TENSIONES GRUPOS N a O: ROCAS CON TENDENCIA EXTRUSIVA. FLUJO PLÁSTICO O INCOMPETENCIA CAUSADA POR PRESIONES ALTAS GRUPOS P a R: ROCAS EXPANSIVAS EN LAS QUE LA PRESENCIA DE AGUA REPRESENTA UN FACTOR IMPORTANTE		

Fig. N° 4



**Cuadro N° 18**

CALCULO Q' y Q LINEA 1 Xc-500			
Sistema Q			
PARAMETROS	VARIABLES	CARACTERISTICAS DEL MACIZO	VALOR
1 RQD	RQD	87%	87.47
2 Número de Sistemas de Juntas	Jn	Tres Familias	9.0
3 Número de Rugosidad de Juntas	Jr	Planos Rugosas	1.5
4 Número de Alteración de Juntas	Ja	Ligera-Moderada	3.0
5 Factor de Reducción por agua en juntas	Jw	Humedo	1.0
6 Factor de Reducción de Esfuerzos	SRF	Fallas	1.0
<b>Q'</b>			<b>4.86</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	
<b>Q Ajustado</b>			<b>4.859</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	

**Cuadro N° 19**

CALCULO Q' y Q LINEA 2 Gal-906			
Sistema Q			
PARAMETROS	VARIABLES	CARACTERISTICAS	VALOR
1 RQD	RQD	79%	79
2 Número de Sistemas de Juntas	Jn	Cuatro Familias	12.0
3 Número de Rugosidad de Juntas	Jr	Planos Rugosas	1.5
4 Número de Alteración de Juntas	Ja	Ligera	2.0
5 Factor de Reducción por agua en juntas	Jw	Humedo	1.0
6 Factor de Reducción de Esfuerzos	SRF	Fallas	1.0
<b>Q'</b>			<b>4.94</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	
<b>Q Ajustado</b>			<b>4.938</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	

**Cuadro N° 20**

CALCULO Q' y Q LINEA 3 Gal-906			
Sistema Q			
PARAMETROS	VARIABLES	CARACTERISTICAS	VALOR
1 RQD	RQD	85%	85
2 Número de Sistemas de Juntas	Jn	Cuatro Familias	12.0
3 Número de Rugosidad de Juntas	Jr	Planos Rugosas	1.5
4 Número de Alteración de Juntas	Ja	Ligera	2.0
5 Factor de Reducción por agua en juntas	Jw	Humedo	1.0
6 Factor de Reducción de Esfuerzos	SRF	Fallas	1.0
<b>Q'</b>			<b>5.31</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	
<b>Q Ajustado</b>			<b>5.313</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	

**Cuadro N° 21**

CALCULO Q' y Q LINEA 4 Gal-635			
Sistema Q			
PARAMETROS	VARIABLES	CARACTERISTICAS	VALOR
1 RQD	RQD	80%	80
2 Número de Sistemas de Juntas	Jn	Tres Familias	9.0
3 Número de Rugosidad de Juntas	Jr	Planos Rugosas	1.5
4 Número de Alteración de Juntas	Ja	Ligera	2.0
5 Factor de Reducción por agua en juntas	Jw	Humedo	1.0
6 Factor de Reducción de Esfuerzos	SRF	Fallas	1.0
<b>Q'</b>			<b>6.67</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	
<b>Q Ajustado</b>			<b>6.667</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	

**Cuadro N° 22**

CALCULO Q' y Q LINEA 5 Xc-720S			
Sistema Q			
PARAMETROS	VARIABLES	CARACTERISTICAS	VALOR
1 RQD	RQD	80%	79.65
2 Número de Sistemas de Juntas	Jn	Tres Familias	9.0
3 Número de Rugosidad de Juntas	Jr	Planos Rugosas	1.5
4 Número de Alteración de Juntas	Ja	Ligera-Moderada	3.0
5 Factor de Reducción por agua en juntas	Jw	Humedo	1.0
6 Factor de Reducción de Esfuerzos	SRF	Fallas	1.0
<b>Q'</b>			<b>4.43</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	
<b>Q Ajustado</b>			<b>4.425</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	

**Cuadro N° 23**

CALCULO Q' y Q LINEA 6 Gal-204			
Sistema Q			
PARAMETROS	VARIABLES	CARACTERISTICAS	VALOR
1 RQD	RQD	77%	77
2 Número de Sistemas de Juntas	Jn	Cuatro Familias	12.0
3 Número de Rugosidad de Juntas	Jr	Planos Rugosas	1.5
4 Número de Alteración de Juntas	Ja	Ligera	2.0
5 Factor de Reducción por agua en juntas	Jw	Humedo	1.0
6 Factor de Reducción de Esfuerzos	SRF	Fallas	1.0
<b>Q'</b>			<b>4.81</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	
<b>Q Ajustado</b>			<b>4.813</b>
Roca Tipo:		<b>REGULAR</b>	

### 3.6.3. Índice G.S.I.

Este índice ha sido introducido como un equivalente del RMR para que sirva como un medio de incluir la información geológica en la aplicación del criterio de falla generalizada de Hoek – Brown, especialmente para rocas de mala a muy mala calidad (muy alterada y con elevado contenido de finos).

En la determinación del G.S.I. el primer paso a seguir es, definir en forma empírica la resistencia y deformabilidad de la masa rocosa, basándose en las condiciones estructurales (grado de fracturamiento) y de superficie (alteración, forma de fracturas, relleno), según apreciaciones de campo.

La clasificación según su estructura varía de:

Levemente Fracturada	(LF)
Fracturada	(F)
Muy Fracturada	(MF)
Intensamente Fracturada	(IF)
Triturada	(T)

La clasificación según sus condiciones superficiales varía de:

Muy Buena	(MB)
Buena	(B)
Regular	(R)
Pobre	(P)
Muy Pobre	(MP)

Su aplicación permite obtener una clasificación geológica muy simple como por ejemplo: Fracturada, Regular (F/R) o Muy Fracturada, Muy Pobre (MF/MP) y mediante la tabla de ábacos del G.S.I. relacionar a esa descripción con los valores aproximados de los índices RMR o índice Q, por ejemplo a una descripción MF/MP, el valor del índice RMR será equivalente a 30 y el índice Q a 0.2; para un F/R, el valor del índice RMR sería 60 y el índice Q=7.

Fig. N° 5

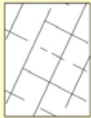
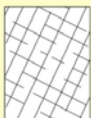



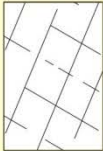
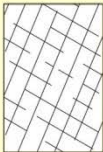
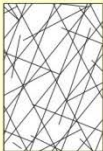


<b>CARACTERÍSTICAS DEL MACIZO ROCOSO SEGUN GSI MODIFICADO</b>  Se basa en la cantidad de fracturas por metro lineal, medidas insitu con una wincha. La resistencia se determina golpeando o indentando la roca con una picota. Se toma en cuenta la rugosidad, alteración de las paredes y relleno de las discontinuidades.		<b>CONDICIÓN SUPERFICIAL</b>				
<b>ESTRUCTURA</b>		<b>MUY BUENA</b> (extremadamente resistente, fresca) superficie de las discontinuidades muy rugosas e inalteradas, cerradas, (Rc > 250 MPa) (se astilla con golpes de picota)	<b>BUENA</b> (muy resistente, levemente alterada) discontinuidades rugosas, lev. alterada, manchas de oxidación, lig. abierta. (Rc 100 a 250 MPa) (se rompe con varios golpes de picota)	<b>REGULAR</b> (resistente, levemente alterada) discontinuidades lisas, moderadamente alterada, ligeramente abierta. (Rc 50 a 100 MPa) (se rompe con uno o dos golpes de picota)	<b>POBRE</b> (moderadamente resist. moderam. alter.) superficie pulida o con estrías, muy alterada, relleno compacto o con fragmentos de roca. (Rc 25 a 50 MPa), (se indenta superficialmente)	<b>MUY POBRE</b> (blanda, muy alterada) Superficie pulida y estríada, muy abierta, con relleno de arcillas blandas. (Rc < 25 MPa) (se disgrega o indenta superficialmente)
 <p><b>LEVEMENTE FRACTURADA</b> Tres a menos sistemas de discontinuidades muy espaciadas entre sí (RQD 75 - 90%) (2 a 6 fracturas por metro) (RQD = 115 - 3.3 Jn)</p>	LF/MB	LF/B	LF/R	LF/P	LF/MP	
 <p><b>MODERADAMENTE FRACTURADA</b> Muy bien trabada, no disturbada, bloques cúbicos formados por tres sistemas de discontinuidades ortogonales. (RQD 50 - 75%) (6 a 12 fracturas por metro)</p>	F/MB	F/B	F/R	F/P	F/MP	
 <p><b>MUY FRACTURADA</b> Moderadamente trabada, parcialmente disturbada, bloques angulosos formados por cuatro o más sistemas de discontinuidades. (RQD 25 - 50%) (12 a 20 fracturas por metro)</p>	MF/MB	MF/B	MF/R	MF/P	MF/MP	
 <p><b>INTENSAMENTE FRACTURADA</b> Plegamiento y fallamiento con muchas discontinuidades interceptadas formando bloques angulosos o irregulares. (RQD 0 - 25%) (Más de 20 fracturas por metro)</p>	IF/MB	IF/B	IF/R	IF/P	IF/MP	
 <p><b>TRITURADA O BRECHADA</b> Ligeramente trabada, masa rocosa extremadamente rota con una mezcla de fragmentos fácilmente disgregables, angulosos y redondeados. (Sin RQD)</p>	T/MB	T/B	T/R	T/P	T/MP	

Fig. N° 6

(GSI) MODIFICADO						
<p>De los códigos de letra definidos que describen la estructura del macizo rocoso y la condición de las discontinuidades, seleccione el cuadro apropiado es esta tabla. Estime el valor típico del Índice Geológico de Resistencia GSI, de los contornos que muestra la tabla. No trate de obtener un mayor grado de precisión. Indicar un rango de valores para GSI, por ejemplo de 36 a 42, es más realista que indicar un único valor por ejemplo 38.</p>		CONDICIÓN SUPERFICIAL				
ESTRUCTURA		MUY BUENA	BUENA	REGULAR	POBRE	MUY POBRE
		(extremadamente resistente, fresca superficie de las discontinuidades muy rugosas e inalteradas, cerradas, (Rc > 250 MPa) (se astilla con golpes de picota)	(muy resistente, levemente alterada) discontinuidades rugosas, lev. alterada, manchas de oxidación, lig. abierta. (Rc 100 a 250 MPa) (se rompe con varios golpes de picota)	(resistente, levemente alterada) discontinuidades lisas, moderadamente alterada, ligeramente abierta. (Rc 50 a 100 MPa) (se rompe con uno o dos golpes de picota)	(moderadamente resist. moderam. alter.) superficie pulida o con estrías, muy alterada, relleno compacto o con fragmentos de roca. (Rc 25 a 50 MPa), (se indenta superficialmente)	(blanda, muy alterada) Superficie pulida y estriada, muy abierta, con relleno de arcillas blandas. (Rc < 25 MPa) (se disgrega o indenta superficialmente)
 <p><b>LEVEMENTE FRACTURADA</b> Tres a menos sistemas de discontinuidades muy espaciadas entre sí (RQD 75 - 90%) (2 a 6 fracturas por metro) (RQD = 115 - 3.3 Jn)</p>		95 90 85	80			
 <p><b>MODERADAMENTE FRACTURADA</b> Muy bien trabada, no disturbada, bloques cúbicos formados por tres sistemas de discontinuidades ortogonales. (RQD 50 - 75%) (6 a 12 fracturas por metro)</p>		75 70 65	60			
 <p><b>MUY FRACTURADA</b> Moderadamente trabada, parcialmente disturbada, bloques angulosos formados por cuatro o más sistemas de discontinuidades. (RQD 25 - 50%) (12 a 20 fracturas por metro)</p>		55 50 45	40			
 <p><b>INTENSAMENTE FRACTURADA</b> Plegamiento y fallamiento con muchas discontinuidades interceptadas formando bloques angulosos o irregulares. (RQD 0 -25%) (Más de 20 fracturas por metro)</p>		35 30 25	20			
 <p><b>TRITURADA O BRECHADA</b> Ligeramente trabada, masa rocosa extremadamente rota con una mezcla de fragmentos fácilmente disgregables, angulosos y redondeados. (Sin RQD)</p>		15 10	5			



### 3.7. Relaciones y Análisis Comparativos Entre los Sistemas.

Las clasificaciones mencionadas en los párrafos anteriores se basan especialmente en la experiencia y la observación, sin embargo en labores permanentes se requerirá que su verificación sea apoyada por instrumentación colocada en las labores.

La correlación entre ellas tiene cierta similitud cuando son analizados con parámetros que sean considerados entre ellos, si algún parámetro se uso en una labor y en otra no, entonces la correlación no va ser buena y se deberá considerar la clasificación más representativa o la más sencilla pero con las correcciones necesarias.

Las correlaciones más usadas son las siguientes:

- $RMR = 9\ln Q' + 44$
- $G.S.I. = RMR(\text{seco}) - 5 = 9\ln Q' + 44$
- $Q' = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a}$

Sin embargo, de acuerdo a los parámetros que son considerados en un sistema y no en otro, la relación G.S.I. con los índices Q y RMR solo se da en condición de tensiones moderadas ( $SRF = 1$ ), secas o ligeramente húmedas ( $J_w = 1$  o valuación por condiciones hidrogeológica = 15) y con orientación de fracturas favorables (corrección = -5).

De acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior si por ejemplo un macizo rocoso Muy Fracturado / Regular (MF/R) que según los ábacos correspondería a un índice Q = 3 y a un índice RMR = 50, en condiciones de pequeña cobertura (zona de relajamiento el SRF = 2.5), el verdadero valor del índice Q sería  $3/2.5 = 1.2$ , el RMR continuaría igual ya que no se incluye como parámetro las condiciones tensionales.

Si el mismo macizo (MF/R), Q = 3 y RMR = 50 se encuentra en condiciones de humedad, con flujos entre 10 a 15 litros por minuto con diaclasas limpias, los valores de Q corregido serian  $(3 \times 0.66) = 1.98$  y de RMR =  $50 - 8 = 42$ .

Si se presentaran ambas condiciones en el macizo (MF/R) el Q corregido seria  $3 \times (0.66/2.5) = 0.79$  y el RMR  $50 - 8 = 42$ , correspondiendo a un G.S.I. efectivo equivalente a un IF/R o MF/P.

En el siguiente cuadro (24) se compara los resultados obtenidos del RMR, Q y GSI en las estaciones realizadas.

**Cuadro N° 24**

Estación	RMR	Q	GSI	Tiempo de Autosoporte	Abertura Maxima (m.)
Línea 1 Nv.-170 Cx. 500-N	53	4.859	MF/R	1 Mes	6.02
Línea 2 Nv.-230 Gal. 906	53	4.938	MF/R	1 Mes	6.06
Línea 3 Nv.-230 Gal. 906	55	5.31	MF/R	1.5 Meses	6.24
Línea 4 Nv.-0 o S.G. Gal. 635	52	6.67	MF/R	1 Mes	6.84
Línea 5 Nv.-070 Cx. 720	50	4.425	MF/R	3 Semanas	5.80
Línea 6 Nv.-070 Gal. 204	52	4.813	MF/R	1 Mes	6.00

### **3.8. Adecuación del índice G.S.I. en la Mina San Genaro**

Para adecuar el índice G.S.I. en la mina San Genaro se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

**Condiciones Estructurales:** Relacionados especialmente con la distribución de los esfuerzos compresivos de cizallas y tensionales, los mismos que por estar asociados a la formación de pliegues, fallas y otros sistemas de discontinuidades y su comportamiento, era completamente necesario definir su orientación predominante de cada una de ellas, obteniéndose los siguientes resultados:

**Compresión** = N40°E – S40°W.

**(Corte)** = N85° a 65°W.

**Tensionales** = N 75° a 55° E.

**Condición de Fracturamiento:** Con el objeto de determinar el rango de cantidad de fracturas o discontinuidades predominantes en la mina, se seleccionaron los rangos, desde moderadamente fracturado (de 6 a 12 fract./ml.), muy fracturado (de 13 a 20 fract./ml. E intensamente fracturada (más de 20 fract./ml.), los rangos de levemente fracturado y triturado solo se les encuentra en forma ocasional (menor de 15%), así mismo se determino los sistemas principales de fracturamiento.

**Condiciones litológicas:** estas se encuentran muy ligadas con las condiciones de resistencia primarios, ya que posteriormente pueden haber presentado variación por efecto de la alteración hidrotermal, alteración supérgena e intemperismo en superficie, de acuerdo ha estas condiciones se puede determinar que las lavas son más competentes que las rocas piroclásticas, estas lavas cuanto más oscuras y más básicas son más

resistentes aunque se presentan más fracturadas que las rocas piroclásticas las cuales son menos fracturados pero son más débiles.

**Condiciones hidrotermales:** Los procesos de propilitización, argilitización, sericitización disminuyen la resistencia en el macizo original, esta disminución aumenta a mayor grado de alteración hidrotermal.

**Alteración Supérgena:** Predominantemente esta relacionado con la oxidación e hidratación, ambos procesos disminuye la resistencia.

**Distribución de tensiones:** Este parámetro se ha definido para zonificar zona de tensiones de relajamientos moderados a tensiones que pueden generar estallido de rocas.

**Condición de resistencia:** Se utilizo para definir los rangos de resistencia de las rocas de la mina, mediante el uso de golpes o indentando la picota, de acuerdo a ella se establecieron los rangos de buena (muy resistente) a muy pobre (blanda), el rango muy buena solo era ocasional.

**Condiciones Hidrológicas:** Requeridas para determinar la cantidad, presión y composición del agua subterránea que afecta las diferentes labores y que se puede clasifican en forma simple.

- a) **Según cantidad.**- Seco-húmedo, goteo y flujo.
- b) **Según presiones.**- Sin presión, moderada y fuerte.
- c) **Según composición.**- Básicas, mixtas y ácidas.

De acuerdo a estas subdivisiones y su presencia en la mina se pudo determinar la siguiente zonificación.

- Zonas secas (sin presión).
- Zonas húmedas (bajas presiones Ph neutro).

**Condiciones Geométricas y Uso de las Labores:**

- Geometría (forma, abertura (ancho y alto), dirección).
- Uso de las labores (Desarrollo, explotación, exploración o de servicios).

## CAPÍTULO IV

### 4. DETERMINACIÓN DEL SOSTENIMIENTO FLEXIBLE

#### 4.1. Criterios de Diseño

El Diseño del tipo de sostenimiento a utilizar se realizo en base a las condiciones geomecánicas del macizo rocoso en el área excavada, los tipos de soporte fueron definidos utilizando los criterios de los diferentes tipos de clasificación geomecánica las cuales fueron estandarizadas al sistema de clasificación GSI ( Fig N° 5 y 6).

El tipo de soporte diseñado para la mina San Genaro consistió en lo siguiente:

#### **LABORES PERMANENTES (Sección 2.2 x 2.4)**

- **Tipo A:** Sin soporte o perno ocasional.
- **Tipo B:** Pernos sistemáticos con reticulados de 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.).

- **Tipo C:** Pernos sistemáticos en reticulados de 1.0 x 1.0 m. (4P/ml.) Y cintas metálicas ocasionales.
- **Tipo D:** Pernos sistemáticos en reticulados de 1.0 x 1.0 m. (4P/ml.) con malla electrosoldada (3m<sup>2</sup>/ml.) en reticulados de 1.0 x 1.0 m.
- **Tipo E:** Cuadros de madera.

#### **LABORES TEMPORALES (Sección 2.2 x 2.4)**

- **Tipo A:** Sin soporte o perno ocasional
- **Tipo B:** Pernos sistemáticos (1P/1.5 m.)
- **Tipo C:** Pernos sistemáticos (2P/ ml.)
- **Tipo D:** Pernos sistemáticos (2P/ ml.) y 2m<sup>2</sup> de Malla/ml.
- **Tipo E:** Puntales de Seguridad.

La longitud de los pernos, así como su tipo, depende de las condiciones de la roca, el tiempo de uso de la labor y sus dimensiones.

El tiempo de autosoporte mínimo, así como, la abertura máxima permisible sin soporte, esta relacionado con el Índice Q según la siguiente relación:

$$\text{Abertura máxima} = 2x(\text{ESR})xQ^{0.4}$$

Valores de ESR en el cuadro N° 25.

La abertura máxima y el tiempo de auto soporte según el Índice RMR, se muestra en la figura N° 7.

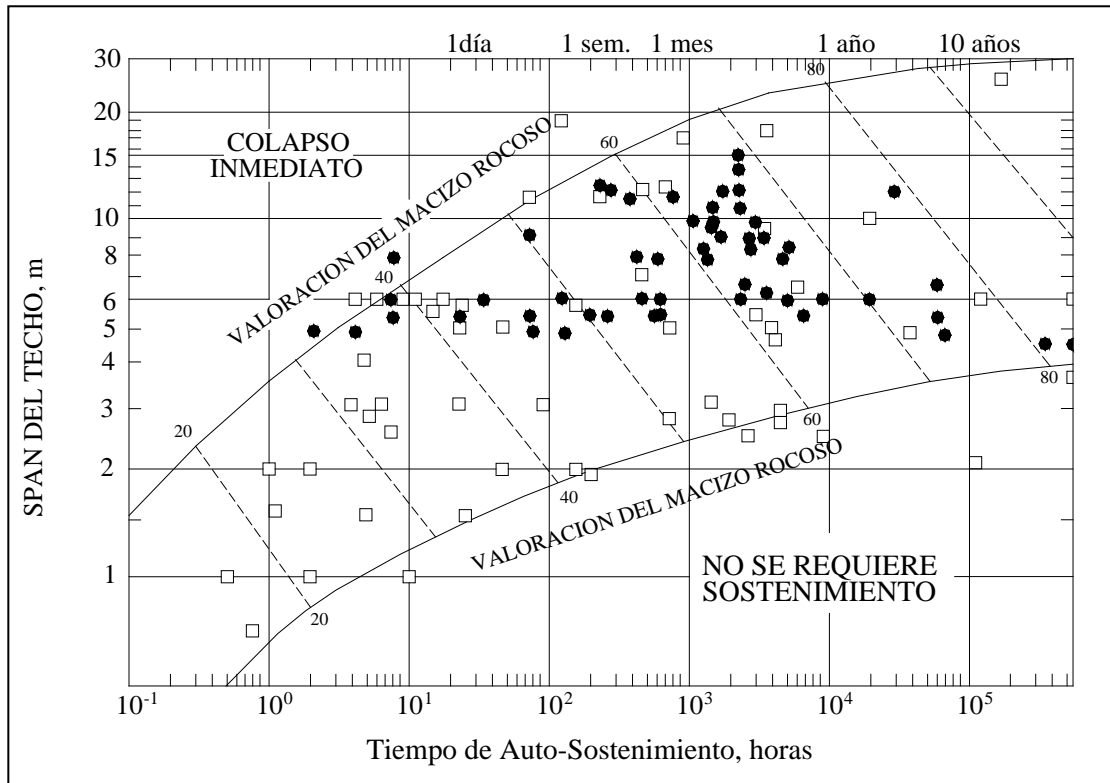
Para la determinación del soporte adecuado se tomó en cuenta las tablas de sostenimiento mencionadas en la Tabla N° 01 y Figura N° 4 a partir de las cuales se diseñó el soporte a utilizar en las labores.

**CUADRO N° 25**

TIPO DE EXCAVACION	ESR	N° CASOS
A. MINAS ABIERTAS TEMPORALMENTE, ETC.	ca. 3-5?	(2)
B. POZOS VERTICALES. 1). SECCION CIRCULAR. 2). SECCION RECTANGULAR O CUADRADA.	ca. 2,5? ca. 2,0?	(0) (0)
C. MINAS ABIERTAS PERMANENTEMENTE, TUNELES HIDROELECTRICOS, TUNELES PILOTO Y GALERIAS DE AVANCE PARA GRANDES EXCAVACIONES.	1,6	(83)
D. CAVERNAS DE ALMACENAMIENTO, PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS, TUNELES PEQUEÑOS DE CARRETERA Y FERROCARRIL, TUNELES DE ACCESO.	1,3	(25)
E. CENTRALES ELECTRICAS SUBTERRANEAS, TUNELES GRANDES DE CARRETERA Y FERROCARRIL, CAVERNAS DE DEFENSA CIVIL, BOQUILLAS, INTERSECCIONES.	1,0	(79)



Fig. N° 7



#### 4.2. Sistema de Sostenimiento Utilizado

El sistema de sostenimiento utilizado en la Mina San Genaro consistía principalmente en la utilización de soporte con madera colocándose cuadros en las galerías y puntales en los tajeos.

Los tipos de soporte que se utilizaba eran los siguientes:

##### EN GALERÍA O LABORES PERMANENTES:

- Cuadro Completo.
- Cuadro Cojo.
- Cuadro Completo Enrejado.

- Sobre Cuadro.

#### **EN TAJEOS O LABORES TEMPORALES:**

- Puntales.
- Cuadros cojos.

### **4.3. Características y Tipos de Elementos de Soporte**

Debido a que el soporte con madera es costoso y toma tiempo en colocarse se opto por disminuir el uso de la madera y reemplazarlo por el sostenimiento flexible (pernos de anclaje, perno cementado, etc.).

Para determinar el tipo de soporte se realizó la clasificación geomecánica del macizo rocoso, para lo cual se utilizó el nuevo sistema de clasificación geomecánica GSI (Geological Strength Index) la cual se aplico en todas las labores de desarrollo y explotación.

El soporte utilizado en la mina San Genaro es el siguiente:

- Pernos de anclaje (Cabeza Expansiva) de 5' para labores de Desarrollo y Preparación (Galerías de 2.2 x 2.4m.).
- Pernos de anclaje (Cabeza Expansiva) de 4' para labores de explotación (tajos con abertura mayor a 1.8 m.).

- Pernos cementados de 5' para labores de Desarrollo y Preparación en Galerías, Cruceros y Rampas de 2.2 x 2.4 m.
- Pernos cementados de 8' para labores de Desarrollo y Preparación en Galerías, Cruceros y Rampas de 5 x 4.5 m.
- Malla Electrosoldada.
- Cuadros de Madera en labores de Desarrollo y Preparación en Galerías, Cruceros y Rampas de 2.2 x 2.4 m.
- Puntales y cuadros cojos en los tajos con aberturas menores a los 1.8 m.

### **Pernos de Anclaje**

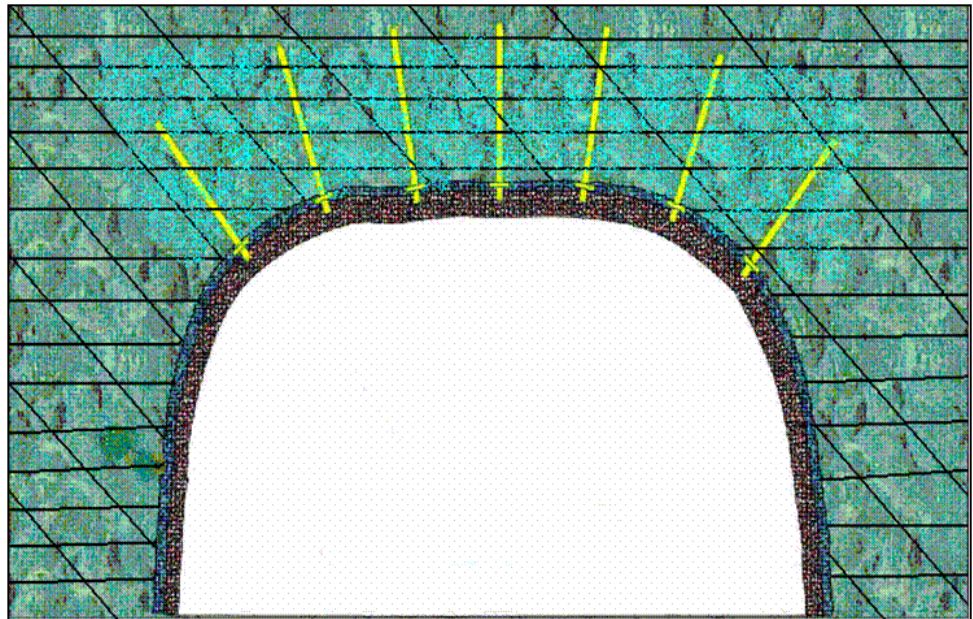
Se utilizan para impedir la desintegración de la roca, reduciendo sus desplazamientos. De esta manera la roca adyacente a la excavación se transforma en un elemento activo del sistema de soporte y virtualmente conforma un arco autosoportante, al sumarse los efectos de pernos adyacentes.

En roca homogénea competente el papel principal de los pernos es resistir los desprendimientos de bloques o placas en puntos críticos, los cuales pueden ser vitales para evitar la desintegración del terreno, (control de bloques o cuñas inestables).

En roca estratificada competente los pernos ayudan a resistir el desplazamiento relativo entre estratos, aumentando la rigidez de la viga compuesta y creando ligazón entre bloques, (control de losas inestables).

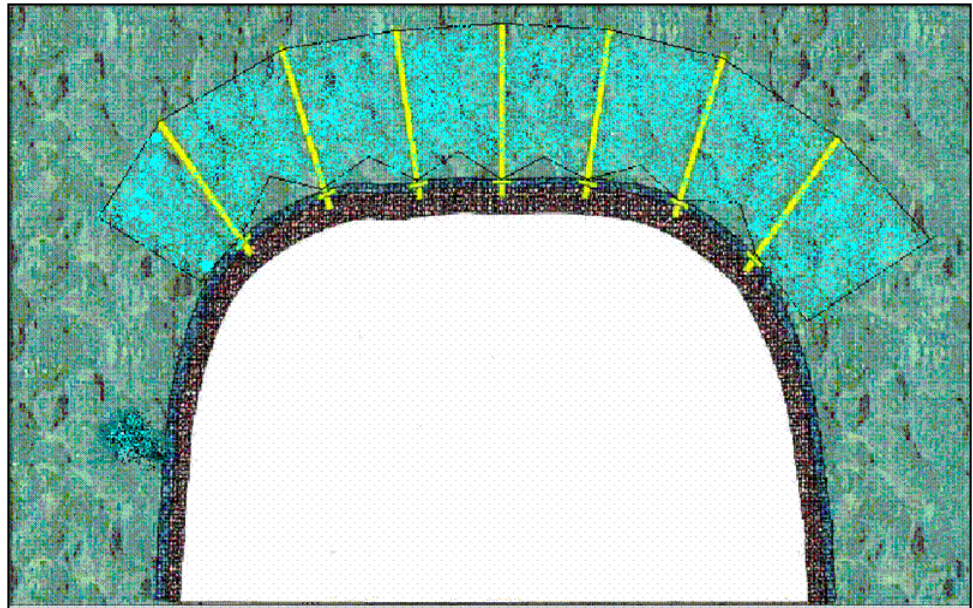
En roca incompetente el apernado confiere nuevas propiedades a la roca que rodea la excavación, de modo que modifica su comportamiento y en particular aumenta su cohesión, (control de sección inestable).

**Fig. N° 8**



Efecto Viga: En rocas estratificadas o con sistemas de fracturas paralelas el perno ayuda a sostener el desplazamiento relativo de los estratos o lajas, aumentando la rigidez de la viga compuesta creando ligazón entre bloques.

**Fig. N° 9**

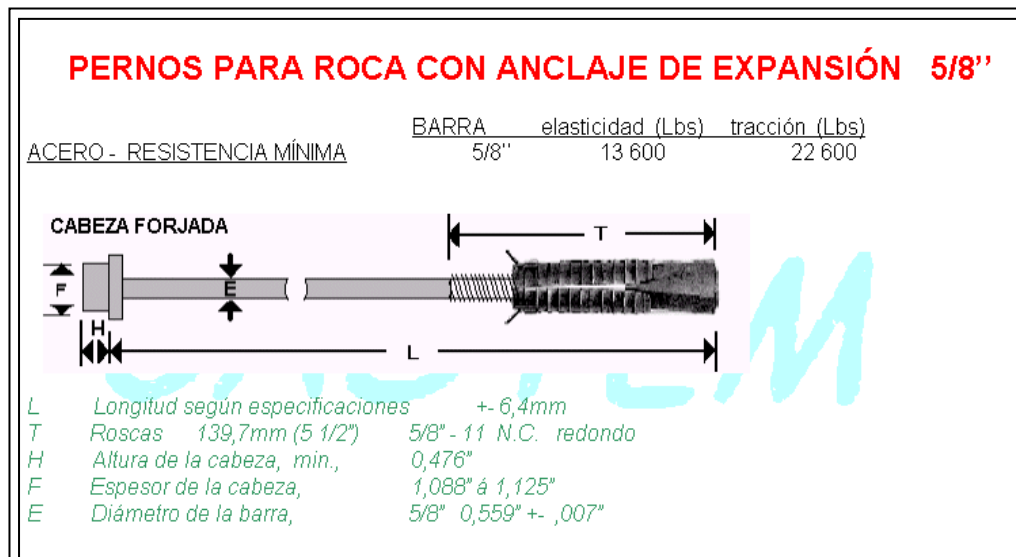


**Efecto Arco:** En rocas incompetentes el emperrado sistemático confiere nuevas propiedades al macizo que rodea la labor, de tal manera que se modifica su comportamiento aumentando la cohesión.

### **Pernos de Cabeza Expansiva**

Son pernos que trabajan a tensión, ajustando capas de roca débil a una capa competente. Estos pernos pueden reforzarse cementándolos posteriormente, lo que “congela” la tensión aflorada y los protege contra la corrosión de largo plazo.

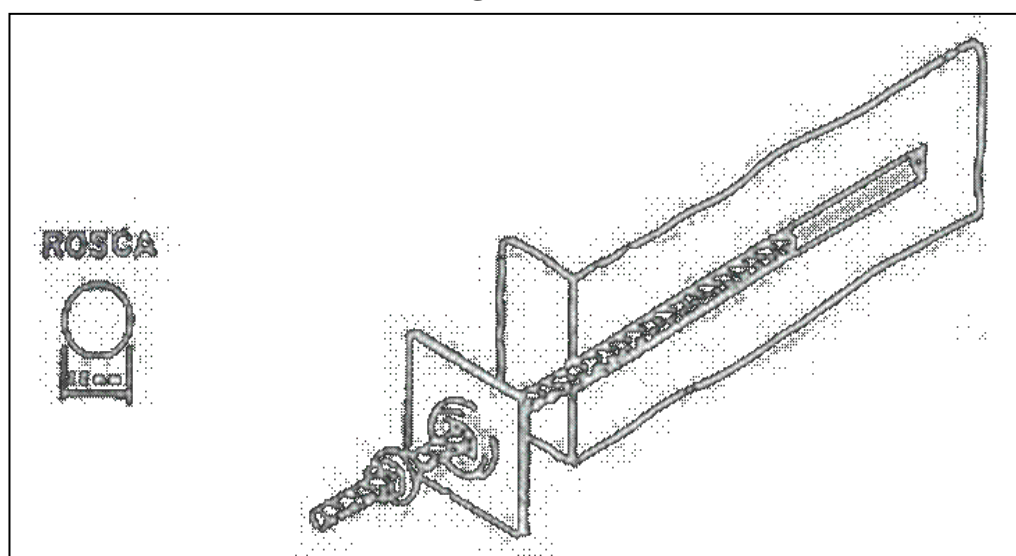
**Fig. N° 10**



### **Perno Cementado con Inyección de Cemento**

Son pernos consistentes en varillas de fierro corrugado, asegurados a la roca con resina o inyección de cemento; son muy dependientes de la forma del taladro y se requiere que estén completamente llenados para que se comporten adecuadamente.

**Fig. N° 11**



### **Malla de Refuerzo**

Se utiliza para evitar la caída de fragmentos en el área sin influencia de los pernos; puede ser de acero galvanizado (malla de gallinero) fácilmente moldeable a la forma de excavación, de fierro electrosoldado que presenta mayor rigidez, la abertura de la malla corresponde al tamaño de los fragmentos que se requiera confinar, pudiendo ser 5.0 x 5.0 cm. Hasta 10.0 x 10.0 cm.

### **Cuadros de Madera**

Son básicamente armazones de madera, cuyos elementos están unidos entre sí por destajes (espigas) o por elementos exteriores de unión (topes), formando una sólida estructura, resistente principalmente a esfuerzos de compresión. Sus cuatro elementos básicos son:

1. Dos postes.
2. Un sombrero.
3. Dos tirantes.
4. Una solera.

Existen dos tipos generales de cuadros de madera.

1. **Cuadro Recto:** Es el tipo sencillo; consta de un sombrero soportado por dos postes verticales, los cuales también resisten los empujes laterales de las cajas. Su principal

ventaja es su simpleza, su fácil preparación e instalación y ofrece un buen sostenimiento en terrenos medios.

**Fig. N° 12**

CUADROS RECTOS PARA GALERIA

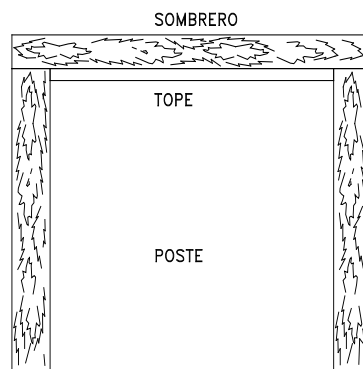


FIG. N°. 5

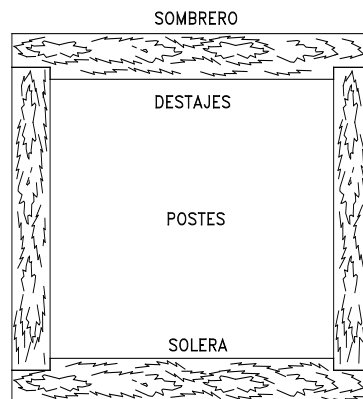
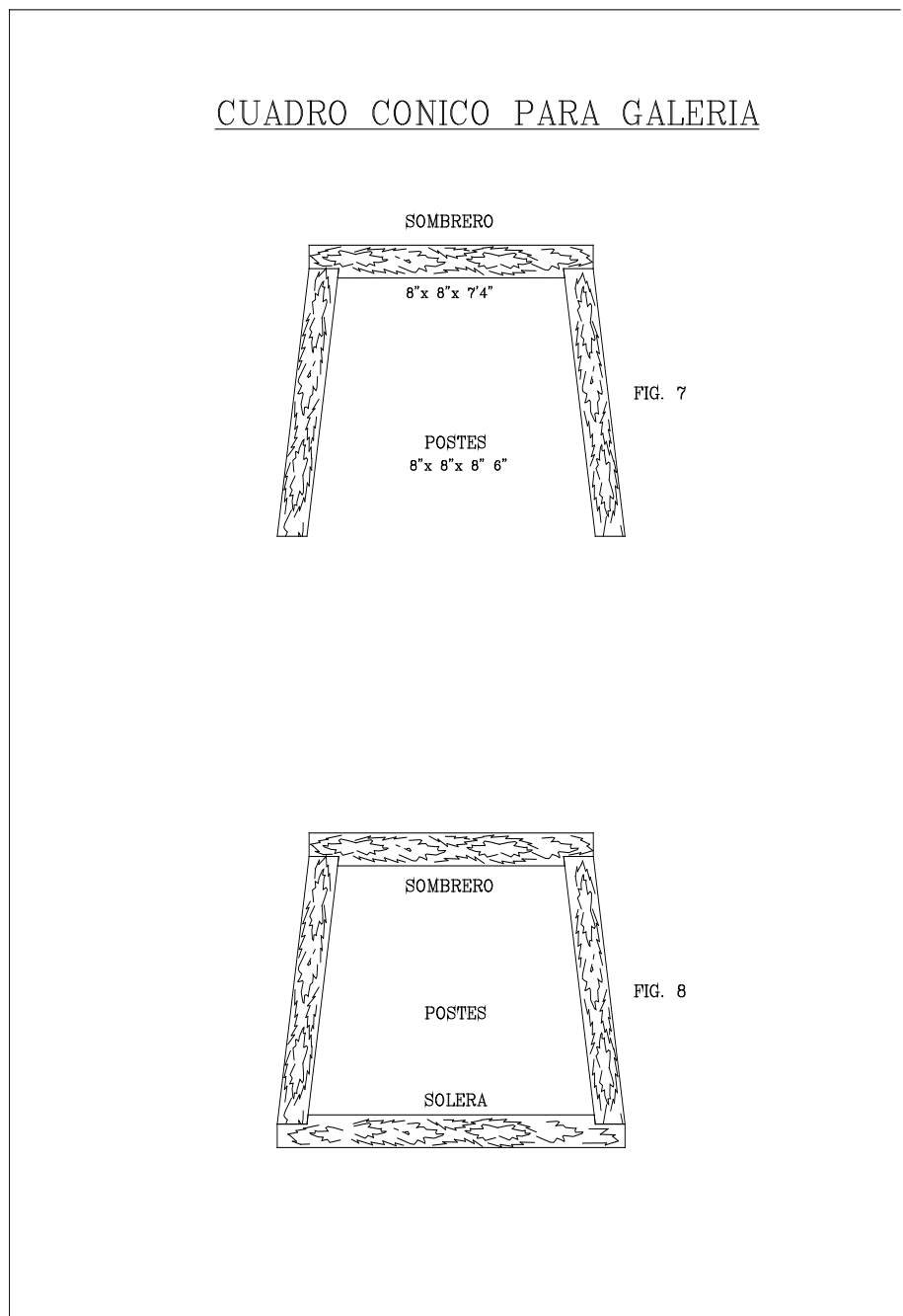


FIG. N°. 6



2. **Cuadro Cónico:** Cuando las presiones del techo son importantes se reduce la longitud del sombrero, inclinando los postes; el cuadro tiene entonces una forma trapezoidal, distribución muy conocida en la minería peruana.

**Fig. N° 13**



#### **4.4. Procedimiento de Colocación de los Tipos de Soporte**

La colocación del sostenimiento se realizará siguiendo una serie de procedimientos indicado para cada tipo de soporte, las cuales mencionaremos ha continuación.

##### **Procedimiento de Colocación Perno de Cabeza Expansiva**

- Señalización e indicación de los tipos de pernos y su distribución por parte del Departamento de Geomecánica.
- Verificación de la existencia de todos los servicios requeridos para la colocación de los pernos.
- Preverse de todos los materiales, herramientas y condiciones del equipo antes de cualquier inicio del empernado.
- No debe iniciarse los trabajos en un área sin ventilación y con mucho polvo, pues éste no dejará observar bien las condiciones, además, de ser perjudicial; así mismo, es recomendable el regado antes o inmediatamente después del desatado.
- Desatado de todo bloque o fragmento suelto, antes de iniciar la colocación del perno; este desatado se va haciendo en forma progresiva, de áreas ya sostenidas hacia áreas por sostener.
- Si durante el desatado, la caída de fragmentos es continua, se debe de usar la malla y asegurarlos con

gatas antes de iniciar la colocación de los pernos, aunque se haya dado la orden de colocar solo pernos, ya que se está en una roca intensamente fracturada.

- Debe tenerse mucho cuidado en la perforación del taladro, en el de cabeza expansiva de 35 mm. y en el cementado dependerá del diámetro del perno (3/4').
- Sí en la fase de perforación se observa desprendimientos al momento de estar perforando, debe de desatarse los fragmentos inestables alrededor del taladro antes de proceder al aumento de la barra de perforación si aún no ha terminado la colocación del perno.
- Una vez concluida la perforación y en caso de no observarse ninguna condición inestable, se procederá de inmediato a colocar el perno; bajo ningún motivo, debe de perforarse y no colocar el perno de inmediato.
- Durante la operación de perforación y colocación de pernos, se debe tener cuidado de golpearse los dedos de la mano con malas maniobras o caídas personales por descuides o mala colocación de la escalera. Deben usar todos sus implementos de seguridad y no deberán exponerse a la caída de bloques o fragmentos.
- De no cumplirse estas recomendaciones, tanto los ayudantes y el mismo operador, estarán expuestos a cualquier tipo de accidentes que ellos pueden evitar.

- Los pernos deben ser colocados perpendiculares y subperpendiculares a la superficie a emperrar, salvo casos de amarre de bloques específicos, para los cuales el Dpto. de Geomecánica entregara orientaciones de optimización.
- En los pernos con inyección de cemento debe verificarse las condiciones de la bomba y del mezclador portátil.
- En los pernos de cabeza expansiva debe tomarse en cuenta el torque, el diámetro del taladro y las condiciones del anclaje (gira libremente y sacar la protección del mismo).

#### **Procedimiento de Colocación de Malla Electrosoldada**

- Señalización e indicación por parte del departamento de geomecánica de las áreas que deberán sostenerse, utilizando la malla y el perno.
- Desatado de todo bloque suelto en el área de la malla a colocar, que tiene una dimensión de 2.0 x 6.0 m.
- Presentación y aseguramiento inicial de la malla mediante gatas de expansión (neumáticas), ya mencionadas.
- Anclaje definitivo con pernos sistemáticos espaciados según indique el Supervisor.
- Para asegurar la malla se utiliza la misma placa, si el perno aún no ha sido colocado o arandelas a presión si

éste ya ha sido colocado.

- Acomodamiento ó moldeamiento a la forma de la superficie mediante ganchos de fierro corrugado de 3/8", colocados en taladros de 0.5 m. de longitud, para lo cual, deberá hacerse cortes en la malla.
- Debe evitarse en lo posible superficies con la malla muy suelta.
- Los traslapes entre mallas serán mínimo de 20.0 cm., y deben estar asegurados con los pernos de anclaje, con el uso o no de cintas metálicas, con un amarre inicial con alambre N<sup>o</sup> 8.
- Deben eliminarse los empalmes horizontales de la malla metálica, en el tercio inferior de los astiales de la excavación; en cualquier caso estos traslapes deberán efectuarse a una altura mínima de 2.50 m. respecto al nivel del piso. Los empalmes verticales de los paños de malla metálica, en el tercio inferior de los astiales, deberán reforzarse con varillas de fierro corrugado de 3/8" y 0.7 m. de longitud.
- Lo anterior se debe a que los altos esfuerzos de campo presentes. producen el fisuramiento del sostenimiento a través de zonas de menor resistencia y estos efectos se acentúan en el tercio inferior de los hastiales.
- Tomar en cuenta las medidas y secuencias utilizadas para

la colocación de los pernos.

- Cuando el uso de la malla es puntual, se puede recortar los tramos para que su manipuleo sea más sencillo, como por ejemplo (2.0 x 2.0 m.).

### **Procedimiento de Colocación de Cuadro de Madera**

- Alinear y medir la ubicación de la solera.
- Excavar el canal para la solera.
- Colocar y bloquear la solera.
- Parar los postes.
- Preparar el andamio.
- Clavar el tope al sombrero.
- Colocar el sombrero.
- Bloquear el sombrero.
- Clavar los tacos para tirantes.
- Colocar los tirantes.
- Colocar el puente.
- Encribar el techo.
- Bloquear el puente.
- Enrejar los costados.
- Desarmar el andamio.

## **CAPÍTULO V**

### **5. APLICACIÓN DEL G.S.I. EN LA MINA SAN GENARO**

#### **5.1. Elaboración de la Tabla Geomecánica según GSI Modificado**

La tabla geomecánica esta basada en el sistema GSI la cual se elaboró en base a las condiciones geomecánicas predominantes presentes en el macizo rocoso de la mina San Genaro las que se determinó de acuerdo a condición litológica, alteraciones y condición estructural definiéndose tres clasificaciones para cada condición las cuales mencionamos a continuación:

– Condición Superficial:

Buena

Regular

Pobre

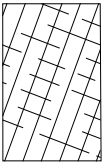
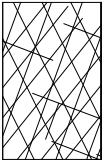

– Condición Estructural:

Fracturada

Muy Fracturada

Intensamente Fracturada

Fig. N° 14

<p align="center"><b>MINA SAN GENARO</b>  <b>SOSTENIMIENTO DE LABORES DE</b>  <b>PREPARACION Y DESARROLLO SEGUN TABLA</b>  <b>GSI MODIFICADO (SECCION 2.2 x 2.4 m.)</b></p>			
<p><b>A</b> PREPARACIÓN Y DESARROLLO: Sin Soporte o Perno Ocasional EXPLOTACIÓN (Tajeos): Sin Soporte o Perno Ocasional</p> <p><b>B</b> PREPARACIÓN Y DESARROLLO: Perno Sistemático 1.5x1.5 (3P/1.5 m.) (Cinta Metálica Ocasional). EXPLOTACIÓN (Tajeos): 1P/1.5ml.</p> <p><b>C</b> PREPARACIÓN Y DESARROLLO: Perno Sistemático 1.0x1.0 (4P/ml.) Cinta Metálica Ocasional. EXPLOTACIÓN (Tajeos): 2P/ml.</p> <p><b>D</b> PREPARACIÓN Y DESARROLLO: Perno Sistemático 1.0x1.0 (4P/ml.) y Malla de Refuerzo (3m2/ml) EXPLOTACIÓN (Tajeos): 2P/ml y 2m2 de Malla/ml.</p> <p><b>E</b> CUADRO DE MADERA O APUNTALAMIENTO CON REDONDOS Y TABLONES EN LABORES Y TAJEOS</p>	<p align="center"><b>CONDICION SUPERFICIAL</b></p> <p><b>BUENA (MUY RESISTENTE, FRESCA)</b> SUPERFICIE DE LAS DISCONTINUIDADES MUY RUGOSAS E INALTERADAS, CERRADAS. (Rc 100 A 250 MPa) (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE PICOTA)</p> <p><b>REGULAR (RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA)</b> DISCONTINUIDADES RUGOSAS, LEVEMENTE ALTERADA, MANCHAS DE OXIDACION, LIGERAMENTE ABIERTA. (Rc 50 A 100 MPa) (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE PICOTA)</p> <p><b>POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE, LEVE A MODERADAMENTE ALTERADA)</b> DISCONTINUIDADES LISAS, MODERADAMENTE ALTERADA, LIGERAMENTE ABIERTAS. (Rc 25 A 50 MPa) (SE INDENTA SUPERFICIALMENTE CON GOLPE DE PICOTA)</p> <p><b>MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA)</b> SUPERFICIE PULIDA O CON ESTRIACIONES, MUY ALTERADA, RELLENO COMPACTO O CON FRAGMENTOS DE ROCA. (Rc 5 A 25 MPa) (SE INDENTA MAS DE 5 mm.)</p>		
<p><b>ESTRUCTURA</b></p>			
 <p><b>MODERADAMENTE FRACTURADA</b> MUY BIEN TRABADA, NO DISTURBADA, BLOQUES CUBICOS FORMADOS POR TRES SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES ORTOGONALES. (RQD 50 - 75) (6 A 12 FRACT. POR METRO)</p>		<p align="center"><b>A</b> F/R</p> <p align="center"><b>A</b></p> <p align="center"><b>B</b></p>	<p align="center"><b>A</b></p> <p align="center"><b>F/P</b></p> <p align="center"><b>B</b></p>
 <p><b>MUY FRACTURADA</b> MODERADAMENTE TRABADA, PARCIALMENTE DISTURBADA, BLOQUES ANGULOSOS FORMADO POR CUATRO O MAS SISTEMAS DE DISCONTINUIDADES (RQD 25 - 50) (12 A 20 FRACT. POR METRO)</p>	<p align="center"><b>A</b> MF/B</p>	<p align="center"><b>A</b></p> <p align="center"><b>MF/R</b></p> <p align="center"><b>B</b></p> <p align="center"><b>B</b></p> <p align="center"><b>C</b></p>	<p align="center"><b>D</b></p> <p align="center"><b>MF/P</b></p> <p align="center"><b>MF/MP</b></p> <p align="center"><b>E</b></p>
 <p><b>INTENSAMENTE FRACTURADA</b> PLEGAMIENTO Y FALLAMIENTO, CON MUCHAS DISCONTINUIDADES INTERCEPTADAS FORMANDO BLOQUES ANGULOSOS O IRREGULARES. (RQD 0 - 25) (MAS DE 20 FRACT. POR METRO)</p>		<p align="center"><b>B</b></p> <p align="center"><b>IF/R</b></p> <p align="center"><b>C</b></p>	<p align="center"><b>D</b></p> <p align="center"><b>IF/P</b></p> <p align="center"><b>E</b></p> <p align="center"><b>E</b></p> <p align="center"><b>IF/MP</b></p>



## **5.2.- Metodología de Aplicación**

1.- El yacimiento de mineral argentífero de la Mina San Genaro, se encuentra ubicado en el distrito Minero de Castrovirreyna, emplazado en rocas volcánicas de la formación Caudalosa (Mioceno - Terciario Superior), consistente en intercalaciones de capas o pseudo estratos de lavas andesíticas, de textura porfirítica, con tobas y piroclastos andesíticos a riolíticos, la mineralización es del tipo hidrotermal — epitermal, con relleno de fracturas o de fallas preexistentes, cuya orientación predominante es E-W y NW-SE, explotándose principalmente sulfuros de plata asociados a otros minerales. Posteriormente toda esta región ha sido afectada por procesos erosivos de origen glacial y tectonismo reciente.

2.- Las inyecciones hidrotermales han originado diversos tipos de alteración las cuales han causado un mejoramiento (silicificación) o una disminución (argilitización, sericitización) de las condiciones geomecánicas de las vetas y cajas en las labores de explotación.

3.- La elaboración de esta tabla dada a continuación, se ha basado en los parámetros tomados en cuenta para la determinación del Índice G.S.I.(Estructural y condición superficial) y su relación con los Índices Q y R.M.R, a partir de la información obtenida en el mapeo y la evaluación de las condiciones del macizo rocoso en la Mine San Genero, la misma que esta subdividido para labores de

preparación, desarrollo y labores de explotación (tajeos).

### CUADRO Nº 26

#### Labores de Desarrollo y Preparación

Índice G.S.I.	Índice R.M.R.	Índice Q	Tipo de Soporte	Tiempo de colocación
F/R (Fracturado/Regular)	55-65	5-12	A	6 meses
F/P (Fracturado/Pobre)	45-55	1-5	B	10 días
MF/B (Muy Fracturada/Buena)	55-65	5-12	A	6 meses
MF/R (Muy Fracturada/Regular)	45-55	1-5	B	10 días
MF/P (Muy Fracturada/Pobre)	35-45	0.4-1	C	1 día
MF/MP (Muy Fracturada/Muy Pobre)	25-35	0.-0.4	E	Inmediato
IF/R (Intensamente Fracturada/Regular)	35-45	0.4-1	C	1 día
IF/P (Intensamente Fracturada/Pobre)	25-35	0.1-0.4	D	Inmediato
IF/MP (Intensamente Fracturada/Muy Pobre)	15-25	0.05-0.1	E	Inmediato

### CUADRO Nº 27

#### Labores de Explotación

Índice G.S.I.	Índice R.M.R.	Índice Q	Tipo de Soporte	Tiempo de colocación
F/R (Fracturado/Regular)	55-65	5-12	A	1 año
F/P (Fracturado/Pobre)	45-55	1-5	A	15 Días
MF/B (Muy Fracturada/Buena)	55-65	5-12	A	1 año
MF/R (Muy Fracturada/Regular)	45-55	1-5	B	15 Días
MF/P (Muy Fracturada/Pobre)	35-45	0.4-1	B	5 días
MF/MP (Muy Fracturada/Muy Pobre)	25-35	0.-0.4	D	Inmediato
IF/R (Intensamente Fracturada/Regular)	35-45	0.4-1	B	5 días
IF/P (Intensamente Fracturada/Pobre)	25-35	0.1-0.4	D	Inmediato
IF/MP (Intensamente Fracturada/Muy Pobre)	15-25	0.05-0.1	E	Inmediato

4,- En la presente tabla, no se han considerado sostenimientos con aplicación del concreto lanzado (shocrette) y cimbras metálicas,

los mismos que podrán ser tomados en cuenta en el futuro, de considerarlo la compañía necesarios.

5.- Para aplicar la presente tabla, primero se determina la condición estructural, definida por el RQD o la cantidad de fracturas por metro lineal, en la labor que se esta evaluando, posteriormente, se determina el parámetro de condiciones, en base a la resistencia de la roca a la rotura o a la indentación con la picota, tal como, el tipo de relleno de fracturas, forma de la superficie y alteración en las paredes. Por ejemplo, un frente de una galería que presenta 18 fracturas/metro y se indenta superficialmente con la picota, se clasifica como una roca (MF/P) Muy Fracturada/Pobre y requerirá un soporte tipo C consistente en perno sistemático 1.0x1.0 (4P/ml.) y cinta metálica ocasional.

6.- La colocación del soporte según el G.S.I. no se aplica en los casos siguientes:

- a) Si se presentan tensiones de relajamiento por estar cerca de superficie o tensiones altas por estar muy profundos o cercano a zonas de fallas, ejes de pliegues.

- b) Presencia de flujos de agua o intensa humedad y sistemas de fracturas más frecuentes, paralelos o subparalelo a la dirección del eje de la labor.

7.- En los casos de presentase estas condiciones es recomendable reforzar el sostenimiento que se ha determinado en base únicamente e los parámetros del G.S.I., si este caso se presentare en el ejemplo anterior (párrafo N<sup>o</sup>4) el soporte recomendado seria el: indicado para un macizo MF/MP o IF/P correspondiente al tipo "D" consistente en pernos 1.0 x 1.0 m. y malla electrosoldada.

8.- La recomendación anterior es también aplicable en los casos de colocarse el soporte fuere del tiempo optimo de colocación, debido a que el macizo presenta un relajamiento inicial, por lo que además, se requerirá de un buen desatado.

9.- Por ultimo se insiste en afirmar que, el mejor trato a un macizo se da con el uso de la voladura controlada y la aplicación del soporte adecuado en el momento oportuno.

### **5.3. Uso Práctico de la Tabla Adecuada**

Se inicia la evaluación, realizando una limpieza en las paredes debido a que estas se encuentran cubiertas por material fino que cubre las

discontinuidades, luego de esta limpieza se selecciona uno o varios tramos para realizar la medición que determine la cantidad de fracturas por metro lineal con un flexómetro, en este caso fue de 15 fract./m. que corresponde según el parámetro de estructuras a un macizo muy fracturado (MF) simultáneamente en cada medición, se golpea o se indenta las paredes de roca, para determinar su resistencia o condiciones superficiales en este caso se rompió con un golpe de picota correspondiendo a un macizo resistente, el resultado sería el siguiente:

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) Tiempo de colocación óptima (10 días).

### **5.3.1.- Mapeos Geomecánicos**

Los planos geomecánico fueron realizados de acuerdo a la tabla geomecánica GSI elaborada para la mina San Genaro.

Esto planos se realizaron a lo largo de todas las labores ya sea de avance o de tajeos.

En los planos se zonifica la caracterización geomecánica del macizo rocoso según el GSI y se coloca en la leyenda el tipo

de sostenimiento que se esta recomendando así mismo el tiempo de autoaporte y sus equivalente en RMR y Q.

Se realizaron 6 planos geomecánicos ver **anexo (3)**.

### **5.3.2 Condiciones Locales**

#### **5.3.2.1 Labores de Explotación**

##### **Tj-820 Veta San Genaro.**

- Clasificación Geomecánica: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático (1P/1.5 m.) Tiempo de colocación (15 días).
- Sostenimiento de cajas.

##### **Tj-780 Veta San Genaro.**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático (1P/1.5 m.) Tiempo de colocación (15 días).
- Sostenimiento de cajas.

##### **Tj-730 Veta San Genaro.**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático (1P/1.5 m.) Tiempo de colocación (15 días).

- Sostenimiento de cajas.

#### **Tj-675 Veta San Genaro.**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático (1P/1.5 m.) Tiempo de colocación (15 días).
- Sostenimiento de cajas.

#### **Tj-088 Veta San Julián.**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático (1P/1.5 m.) Tiempo de colocación (15 días).
- Sostenimiento en cajas.

### **5.3.2.2. Labores de Desarrollo y Exploración**

#### **Gal-308E Veta Alivio.**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" Perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (2P/1.5 m.) Tiempo de Autosoporte (10 días).
- Recuperación de puentes colocación de sostenimiento en las cajas.

**Gal-190E Veta Alivio.**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (2P/1.5 m.) Tiempo de Autosorte (10 días).
- Recuperación de puentes, colocación de sostenimiento en las cajas.

**Gal-635W Veta Alejandro.**

- Clasificación: MF/R a MF/B, RMR: 50 a 60, Q: 3 a 9.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) Tiempo de Autosorte (10 días).
- MF/R en las cajas presencia de fracturas paralelas a la dirección de la labor. (ver plano N° 04).

**Gal-204W Veta Jofre.**

- Clasificación: MF/R a MF/P, RMR: 40 a 60, Q: 9 a 0.8.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (2P/1.5 m.) en tramo MF/R, MF/B. Sostenimiento en los hastiales. Tiempo de colocación (10 días).



- Tipo de sostenimiento: "C" Perno cementado 1.0 x 1.0 m. (4P/ml.) en tramo MF/P, se colocó este tipo de sostenimiento debido a que la roca presentaba alteración hidrotermal. Tiempo de colocación (Inmediato).
- La distribución de soporte se indica en el plano N° 06

#### **Xc-720S**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) Tiempo de colocación (10 días).
- La distribución de soporte se indica en el Plano N°05.

#### **Xc-404S**

- Clasificación: MF/R a MF/P, RMR: 50 a 40, Q: 3 a 0.8.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) en tramo MF/R Tiempo de colocación (10 días).
- Tipo de sostenimiento: "C" perno sistemático 1.0 x 1.0 m. (4P/ml.) en tramo MF/R Tiempo de colocación (01 día).

- La distribución del soporte se indica en el plano geomecánico N°08.

#### **Xc-500N**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) Tiempo de colocación (10 días).

#### **Gal-306W Veta Revuelta**

- Clasificación: MF/R a MF/P, RMR: 50-40, Q: 3-0.8.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) en tramo MF/R Tiempo de colocación (10 días) presencia de cuña deslizante.
- Tipo de sostenimiento: "C" perno sistemático 1.0 x 1.0 m. (4P/ml.) en tramo MF/P Tiempo de colocación (01 día).
- La distribución del soporte se indica en el plano geomecánico N° 09.

#### **Gal-906E Veta Poder**

- Clasificación: MF/R, RMR: 50, Q: 3.
- Tipo de sostenimiento: "B" perno sistemático 1.5 x 1.5 m. (3P/1.5 m.) Tiempo de colocación (10 días).

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Aspectos geomecánicos**

1. Los sistemas de fracturas predominantes en la mina San Genaro han sido generados principalmente por esfuerzos compresionales que van en dirección N40°E-S40°W a E-W perpendicular al eje del levantamiento de los andes, estos esfuerzos han generado fallas inversas o de sobrecurrimiento con dirección N-S a N60°E y sistemas de fracturas tensionales (N75° a 55°E) y de cizallamiento (N85° a 65°W) estas observaciones se pudo comprobar con el análisis microestructural realizado en la mina.

De acuerdo al análisis microestructural realizado se ha observado un sistema de fracturas compuesto por fracturas horizontales y sub-horizontales estas generadas probablemente por disyunción columnar o en el proceso de enfriamiento del magma.

2. Para la realización del análisis microtectónico se utilizaron la información de las 6 estaciones de mediciones en las siguientes labores:

- Línea 1 Crucero 500N, Nivel 170
- Línea 2 Galería 906 veta Poder, Nivel 230
- Línea 3 Galería 906 veta Poder, Nivel 230
- Línea 4 Galería 635W veta Alejandro, Nivel 0
- Línea 5 Crucero 720S, Nivel 70
- Línea 6 Galería 204 veta Jofre, Nivel 70

Se registraron 506 datos de la orientación de 506 discontinuidades y con el uso del software Dips 5.0 se obtuvieron tres sistemas de fracturas principales:

	Dip. Dir.	Dip
- F1:	171°	81°
- F2:	263°	08°
- F3:	077°	86°

De acuerdo a los datos obtenidos podemos concluir que el sistema de fracturamiento principal es paralelo o sub-paralelo a la dirección del sistema de vetas de la mina, en tales circunstancias las labores que van sobre veta van presentar problemas de estabilidad en los hastiales (paredes laterales de la labor), también se tiene que el segundo sistema de fracturas son sub-horizontales

este sistema de fracturas nos van a generar problemas de estabilidad en el techo el cual va a afectar a todas las labores.

3. Se realizo un análisis de cuñas para lo cual se utilizo el software unwedge V. 3.0, utilizando las proyecciones estereográficas de las líneas de detalle, teniendo que la mayor parte de las labores de la mina tienen dirección E-W a N70E las galerías y los cruceros van de N-S, en todas las simulaciones realizadas se pudo observar la formación de varias cuñas inestables con factores de seguridad menor a 1.3. pero luego simulándolas con el sostenimiento recomendado por la Tabla GSI se obtuvieron factores de seguridad mayores a 1.3 lo que nos demuestra que con el sostenimiento aplicado se estaría estabilizando las cuñas inestables, estos resultados se puede apreciar en el anexo 04.
  
4. La litología presente en la mina San Genaro es de origen volcánico compuesto por andesitas, tufos y brechas las cuales van a presentar diferencias en su mineralogía, textura y peso específico estas características van a influir en el macizo rocoso especialmente en la condición superficial de acuerdo a las evaluaciones realizadas y a los ensayos de carga puntual se determinaron las siguientes relaciones:
  - Andesitas que son más densas van a presentar una condición superficial de regular a buena según el GSI.

- Tobas que son más porosas su condición superficial varía entre regular a pobre según el GSI.
- Brechas por su porosidad y fragmentación presentan una condición superficial regular según el GSI.

Estas condiciones pueden sufrir una variación debido al grado de alteración hidrotermal que presente el macizo rocoso este tema se menciona a continuación.

5. Con respecto a las relaciones de las alteraciones (hidrotermal y supérgena), en el macizo rocoso se concluye que:

El macizo rocoso esta influenciado por alteraciones hidrotermales o supérgenas las cuales van a causar cambios en sus condiciones geomecánicas produciendo empobrecimiento y volviéndolas inestables o mejorando la calidad de la roca en el caso de la silicificación, en la mina San Genaro se presenta procesos de propilitización, argilización, sericitización estas alteraciones han disminuido la resistencia en el macizo rocoso original, en el caso de las vetas se observa silicificación esto a ayudado a mejorar la calidad de la roca, la alteración supérgena esta dada predominantemente por la oxidación e hidratación la cual ocasiona que disminuya la calidad del macizo rocoso.

6. La utilización del sistema de clasificación geomecánica GSI en la mina San Genaro nos permitió clasificar el macizo rocoso en forma inmediata en la misma labor debido a su fácil manejo y aplicación, para la clasificación del macizo rocoso y la determinación del sostenimiento se preparo una tabla geomecánica basada en el GSI.

### **Aspectos Operativos.**

1. Con respecto a las condiciones geomecánicas y los tipos de sostenimiento a utilizar se concluye que:  
  
La determinación del sostenimiento esta en función de las condiciones geomecánicas que presente el macizo rocoso para lo cual se preparo una tabla de sostenimiento para la mina San Genaro la cual se baso en el GSI utilizándose dos parámetros principales que son: la condición estructural y la condición superficial.
2. Con respecto a las condiciones geomecánicas y la optimización de los sistemas de minado se concluye que es necesario realizar una voladura controlada para no perturbar las características geomecánicas del macizo rocoso.
3. Los aportes de la presente tesis nos lleva a la conclusión de lo importante que es contar con un departamento de geomecánica

en una unidad minera, ya que esta se encargará de evaluar las condiciones geomecánicas del macizo rocoso realizando evaluaciones diarias en las labores, determinando las condiciones geomecánicas de acuerdo al avance de cada labor y determinando el tipo de sostenimiento adecuado a ser colocado.

4. La presente tesis esta basada en la aplicación del GSI para la determinación de las condiciones geomecánicas del macizo rocoso ya que este sistema de clasificación resulto ser de fácil aplicación y entendimiento lo cual nos permitió realizar una sencilla descripción del macizo rocoso logrando prever su comportamiento ante las excavaciones con el objeto de definir las condiciones de seguridad y los procedimientos de minado de acuerdo a estas condiciones geomecánicas, pero también hay que destacar que el GSI se basa solo en dos parámetros que son la condición estructural y la condición superficial no siendo aplicable en zonas donde se presentan tensiones de relajamiento por estar cerca de superficie, tensiones altas por estar muy profundos o cercano a zonas de fallas o ejes de pliegues, flujos de agua o intensa humedad, en estos casos se deberá reforzar el sostenimiento.



5. Para el dimensionamiento de los tajos se debe de tomar en cuenta la condición geomecánica de cajas y techo, ya que es posible minimizar el sostenimiento si las aberturas están menos tiempo expuestas, esto se lograría mediante una rápida extracción mediante un acortamiento de los ore pass en los tramos de vetas o vetas que presenten mala calidad y cuyo tiempo de autosoporte sea entre 3 y 5 días esto será el caso de la veta:

San Genaro

Tj.-820

Tj.-780

Tj.-730

Tj.-675

8. En labores donde las cajas sean competentes y no represente riesgos por efecto de la distribución de tensiones debido a cavidades abiertas, estas pueden quedarse sin rellenar, y se evitaría los costos de relleno con material estéril provenientes de canteras.

### **Aspectos económicos.**

1. El sostenimiento flexible presentado como alternativa nos da muchas ventajas con respecto al sostenimiento convencional que se estuvo utilizando, siendo una de las mayores ventajas la

reducción de costos, el ahorro de tiempo y mano de obra ya que es de fácil instalación y más versátil.

2. en el cuadro N° 28 podemos observar el ahorro que podemos obtener al aplicar el sostenimiento flexible con respecto al sostenimiento convencional, los costos están dados por metro lineal de avance. Cabe resaltar que en el cuadro mostrado los costos están en función del tipo de sostenimiento empleado por tipo de roca según la Tabla GSI preparado para la mina San Genaro. Lo que se quiere mostrar acá es que en la mina San Genaro había una sobre estimación en el diseño del soporte, ya que en zonas donde el macizo rocoso era MF/R se colocaban cuadro de madera cuando solo requerían de un empernado sistemático. Esto hacia que el sostenimiento sea caro, con la implementación del sostenimiento flexible se logro reducir los costos ya que en muchas zonas se reemplazo el cuadro de madera por pernos de anclaje.
3. las diferencias observadas en los costos de sostenimiento por ejemplo entre un empernado sistemático espaciado a 1 m. con malla electrosoldada en relación con la colocación de cuadros de madera espaciados a 1.4 m. está entre 110% a 130%. De esta deducción podemos concluir que el ahorro de costo en

sostenimiento sería bastante sustancial de aplicarse el sostenimiento flexible en todas las labores de la mina San Genaro.

4. en el cuadro 19 Se puede ver como el gasto mensual en el rubro de sostenimiento baja a partir del mes de mayo, mes en que se inicio ha utilizar el sostenimiento flexible llegando ha reducirse los costos para el mes de Julio en un 23 %.
5. las ventajas económicas que ofrece el uso del sostenimiento flexible con respecto al sostenimiento convencional con madera son bastantes amplias llegándose a tener un ahorro en costos de hasta un 40% de aplicarse al 100% en toda la mina.
6. Generalizar en todas las labores de la mina el uso del sostenimiento flexible y paulatinamente ir eliminando el uso de cuadros de madera para obtener los beneficios ya antes mencionados.
7. en el caso de un macizo MF/MP aun se seguirá usando cuadros de madera ya que por el tipo de roca este seria el mas adecuado. Pero se recomienda para estos casos el uso de shotcrete en combinación con pernos o con perno y malla ya que tiene un mayor tiempo de vida y no se deteriora rápidamente como los cuadros de madera que tiene que ser cambiados cada dos años

en promedio y nos genera un gasto adicional siendo a la larga el costo mayor.

8. continuar con el programa de implementación del uso del sostenimiento flexible.
9. Generalizar en todas las labores de la mina el uso del sostenimiento flexible y paulatinamente ir eliminando el uso de cuadros de madera para obtener los beneficios ya antes mencionados.

### CUADRO 28

**CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS DE SOSTENIMIENTO POR METRO LINEAL (US\$/ML) POR TIPO DE ROCA SEGUN GSI MODIFICADO**

TIPO DE LABOR	SECCION (mt)		Avance	PERIMETRO TOTAL (m <sup>2</sup> )	TIPO LABOR	GSI	SOSTENIMIENTO	ESP. PA	ESP. CUADROS	PU PA. 5' unidad	PU CUADRO unidad	PU CARA ENTABLADA M2	PU MALLA M2	TOTAL SOST. MECANIZADO	TOTAL SOST. CONVENCIONAL
	ANCHO	ALTO													
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	F/R	Sin soporte o perno ocasional	3		8	75.2	16.33	6	5.51	
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	MF/B	Sin soporte o perno ocasional	3		8	75.2	16.33	6	5.51	
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	MF/R	Perno sistematico 1.5 x 1.5 m. (Longitud 5')	1.5		8	75.2	16.33	6	22.05	
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	F/P	Perno sistematico 1.5 x 1.5 m. cinta metálica ocasional	1.5		8	75.2	16.33	6	22.05	
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	IF/R	Perno sistematico 1.0 x 1.0 m. cinta metálica ocasional	1		8	75.2	16.33	6	49.61	
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	MF/P	Perno sistematico 1.0 x 1.0 m. cinta metálica ocasional	1		8	75.2	16.33	6	49.61	
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	IF/P	Perno sistematico 1.0 x 1.0 m. con malla electrosoldada	1	1.4	8	75.2	16.33	6	78.23	175.57
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	MF/MP	Perno sistematico 1.0 x 1.0 m. con malla electrosoldada	1	1.4	8	75.2	16.33	6	78.23	175.57
Galería	2.4	2.7	1	7.37	Permanente	IF/MP	Cuadros de madera		1.2	8	75.2	16.33	6		192.30

PA = Perno de Anclaje  
ML = Metro Lineal  
PU = Precio Unitario

ESP = Especiado  
SOST = Sostenimiento

### CUADRO 29

**VALORIZACION DE SOSTENIMIENTO DESDE EL MES DE ENERO DEL 2001 HASTA EL MES DE JULIO DEL 2001**

DESCRIPCION	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total General
CARA ENREJADA	M2	1799	2115	1375	1799	1431	1247	1504	11270
CARA ENTABLADA	M2	1670	1893	1233	1938	1910	2858	3096	14597
CUADROS COJOS	C.U.	6649	6103	6302	5954	5210	2679	3722	36620
CUADROS COMPLETOS	C.U.	8422	7670	9024	8498	7144	4888	3760	49406
PERNOS DE ANCLAJE CEMENTADOS	C.U.						1782	1179	2961
PERNOS DE ANCLAJE DE CABEZA EXPANSIVA	C.U.					272	1840	1592	3704
POSTE	C.U.	322	552	92	299	368	690	276	2599
PUNTALES DE SEGURIDAD	C.U.	4923	3642	3591	2563	3187	2445	1905	22255
PUNTALES EN LINEA	C.U.	2040	2782	2512	2664	2411	2023	2900	17332
TECHO CRIBADO	M3	472	287	1099	279	131	0	29	2297
TECHO ENREJADO	M2		1639	1578	1469	1553	499	711	7449
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>26297</b>	<b>26684</b>	<b>26806</b>	<b>25463</b>	<b>23617</b>	<b>20951</b>	<b>20673</b>	<b>170490</b>

## BIBLIOGRAFÍA

- **BUENAVENTURA INGENIEROS S.A.** Evaluación geológica y de reservas minerales de las unidades de San Genaro y Palomo.
- **NOBLE, D., MCKEE, E., FARRAR, E., PETERSEN, U. (1974).** Episodic Cenozoic volcanism and tectonism in the Andes of Peru. Earth Planetary Science Letters, 21 (2), 213 – 220
- **BENIAWSKI, Z.T. (1979)** The Geomechanics classification in rock engineering applications. 4<sup>th</sup> Inter. Conf. Conf. Rock Mech. Montreaux, pp. 41-48.
- **BENIAWSKI, Z.T. (1989)** Engineering Rock Mass Classifications. Jhon Wiley and sons, Inc.
- **BARTON, N. LIEN, R. AND LUNDE (1974)** Application of Q-System in design decisions concerning dimensions and appropriate support for underground installations.
- **BARTON, N. (1981).** Shear strength investigations for surface mining. 3<sup>rd</sup>. Int. Conf. On Stability in Surface Mining. Vancouver.
- **HOEK, E. AND BROWN, E.T. (1988)** The Hoek And Brown failure criterium-a 1988 update. Rock Eng. For Underground Excavations. Proc. 15 th Canadian Rock Mech. Symp., 31-38. Civil Engineering University of Toronto.
- **HOEK, E. AND BROWN, E.T. (1997)** Practical Estimates or Rock Mass Strength. Intl. J. Rock Mech. & Minino Sci. & Geomechanics Abstracts. (1165-1186).
- **GONZALEZ DE VALLEJO, L.I. (1998).** Las Clasificaciones Geomecánicas para túneles, en Ingeotúneles. Ed. López Jimeno, Entorno Gráfico. Madrid. Capítulo 1.

- **INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (ITGE)** (1999) Manual de Campo Para la Descripción y Caracterización de macizos Rocosos en Afloramientos.
- **HUDSON, J.A.** (1989). Rock mechanics principles in engineering practice. Butterworths. Ciria. London. 72 pp.

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0	1	0	0	0	LINEA Nº 1 Nivel: 170	UBICACION: CX 500N	FECHA 10 - 10 -2001
---	---	---	---	---	-----------------------	--------------------	---------------------

Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del macizo rocoso	Observaciones						
		TIPO	DDIP	DIP	NºD	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R R				
0	-	2	A	S	D	205°	69°	2	P	1	-	3	C	R	1	L	H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	182°	41°	2	P			-1	C	R	1	L	H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	080°	80°	2	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	40°	87°	2	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	102°	76°	2	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	352°	50°	3	P	1	-	3	C	R	1	L	H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	180°	42°	2	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A		D	95°	73°	1	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	338°	70°	2	P	1	-	3	C	R	1	L	H	Pr	M	R4	F/R	
2	-	4	A	S	D	110°	68°	2	P	1	-	3	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	60°	75°	2	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	325°	62°	2	P	1	-	3	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	170°	89°	2	P	1	-	3	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	120°	66°	2	P			-1	C	R	1	L	H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	120°	75°	4	P	1	-	3	C	R	1	L	H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	100°	81°	3	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	333°	77°	2	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	
			A	S	D	43°	54°	3	P			-1	C	R			H	Pr	M	R4	F/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa
C		FT	FALLA	VT	VELTA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continúa
						Py	Piritización					D	Discontinúa

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN-GSI			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5



**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0			LINEA N°	1	Nivel: 170	UBICACION: CX 500N	FECHA 10 - 10 -2001														
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones					
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.	R							
4 - 6	A	S	D	130°	79°	2	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	142°	72°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	105°	69°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A		D	110°	64°	1	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	65°	85°	2	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	246°	88°	2	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	125°	78°	2	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	150°	75°	2	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	260°	86°	3	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	65°	84°	2	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
6 - 8	A	S	D	260°	86°	1	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	180°	73°	2	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	335°	74°	2	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	72°	86°	3	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	165°	43°	3	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	182°	80°	4	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	72°	88°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	265°	87°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	10°	78°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continúa	D	Discontinúa
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0					LINEA Nº	1 Nivel: 170	UBICACION: CX 500N	FECHA 10 - 10 -2001														
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones						
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R				
	A	S	D	38°	37°	3	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	217°	85°	4	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
8	-	10	A	S	D	165°	80°	3	P	1	-	3	C	R			H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	154°	72°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	190°	60°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	240°	47°	4	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	252°	88°	4	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	10°	54°	4	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	05°	75°	2	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	205°	10°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
10	-	12	A	S	D	30°	75°	6	P	1	-	3	C	R			H	-	-	R4	MF/R	
	A	S	D	108°	31°	3	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	20°	65°	3	P	1	-	3	C	R		1		H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	0°	82°	3	P	1	-	3	C	R		3	Si	H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	100°	30°	2	P	1	-	3	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	166°	17°	3	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	90°	90°	4	P			-1	C	R				H	-	-	R4	MF/R		
	A	S	D	170°	80°	2	P	1	-	3	C	R		1	Si	H	-	-	R4	MF/R		

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0					LINEA Nº 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001		
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones			
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	
12 - 14	A S D	10°	80°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	160°	77°	3	P			-1	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	144°	47°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	66°	85°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	170°	80°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	63°	88°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	155°	75°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	345°	40°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	M	R4	MF/R		
14 - 16	A S D	78°	73°	4	P			-1	C	L	-		H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	30°	80°	4	P			-1	C	L	-		H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	34°	65°	3	P	1	-	3	C	R	1	-	H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	167°	80°	2	P	1	-	3	C	R	3	Si	H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	163°	66°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	07°	78°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	10°	80°	2	P			-1	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	F/R		

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA Nº 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones				
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R		
16 - 18	A S D	85°	38°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	168°	78°	3	P	1	-	3	C	R			-	1	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	145°	70°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	55°	44°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	43°	40°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	66°	66°	4	P	1	-	3	C	R			-	1	H	Pr	S	R4	F/R	
18 - 20	A S D	05°	57°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	23°	50°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	145°	70°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	72°	21°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	158°	58°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	140°	70°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	55°	37°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	160°	71°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
20 - 22	A S D	65°	50°	8	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	33°	45°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	185°	10°	4	P			1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A S D	20°	82°	3	P			1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA N°	1 Nivel: 170	UBICACION: CX 500N	FECHA 10 - 10 -2001															
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA			GEOMETRIA			CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones								
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R						
	A	S	D	140°	70°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	55°	37°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	160°	71°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
22 - 24	A	S	D	130°	76°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	300°	86°	3	P			-1	C	R			-	Li	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	165°	78°	2	P	1	-	3	C	R			-	Li	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	115°	74°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	155°	72°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	252°	85°	2	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	135°	60°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	90°	79°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	168°	71°	2	P	1	-	3	C	R		1	Li	H	Pr	S	R4	MF/R		
	A	S	D	135°	30°	2	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	58°	81°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
24 - 26	A	S	D	135°	80°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	140°	72°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	125°	85°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A		D	73°	76°	1	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0					LINEA N°	1 Nivel: 170	UBICACION: CX 500N											FECHA 10 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones						
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.	R			R					
	A	S	D	65°	18°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	213°	85°	2	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	165°	25°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
26 - 28	A	S	D	168°	10°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	115°	66°	9	P	1	-	3	C	R		2	L		H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	140°	72°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A		D	195°	38°	1	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	120°	68°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	150°	45°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A		D	55°	78°	1	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	130°	70°	3	P	1	-	3	C	R		1	L		H	Pr	S	R4	MF/R	
28 - 30	A		F	96°	80°	1	P			3	C	R		70	L		H	Ar	M	R3	F/P	
	A	S	D	110°	90°	6	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Ar	M	R3	F/P	
	A	S	D	155°	62°	6	P	1	-	3	C	R		2	Si		H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	140°	85°	5	P	1	-	3	C	R		1	Si		H	Pr	S	R4	F/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA		C	CONTACTO LITOLOGICO		Si	Silicificación		A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA		ES	ESTRATIFICACION		Pr	Propilitización		M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA		VT	VETA		Ar	Argilitización		S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA		DX	DIQUE		Se	Sericitización						C	Continua D Discontinua
								Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado		MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado		B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado		R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado		P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado		MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos								R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA Nº 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001			
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones			
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	
30 - 32	A S D	175°	85°	3	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
	A S D	34°	68°	3	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
	A S D	240°	47°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
	A S D	110°	30°	4	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
	A S D	25°	73°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
	A S D	100°	43°	2	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
	A S D	260°	62°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	F/R
32 - 34	A S D	260°	70°	7	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	260°	71°	2	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	155°	62°	3	P	1	-	3	C	R		1	L		H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	115°	85°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	261°	68°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	155°	75°	3		1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	70°	66°	1	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	112°	81°	3	P	1	-	3	C	R		2	L		H	Pr	S	R4	MF/R
	A S D	130°	62°	2	P	1	-	3	C	R		1	L		H	Pr	S	R4	MF/R

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA N° 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones				
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R	
34 - 36	A S D	98°	90°	4	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	168°	68°	6	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	170°	26°	3	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	62°	32°	2	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	43°	56°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	350°	83°	4	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	120°	88°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	266°	82°	2	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
36 - 38	A S D	108°	66°	3	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	185°	59°	4	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	100°	82°	4	P			-1	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	185°	72°	6	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	175°	62°	3	P			3	C	R		20	Si		H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	180°	54°	7	P	1	-	3	C	R					H	Pr	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA		C	CONTACTO LITOLOGICO		Si	Silicificación		A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA		ES	ESTRATIFICACION		Pr	Propilitización		M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA		VT	VETA		Ar	Argilitización		S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA		DX	DIQUE		Se	Sericitización						C	Continua D Discontinua
								Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado		MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado		B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado		R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado		P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado		MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos								R1	Muy Blanda	1-5



**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA N° 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones				
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R	
38 - 40	A S D	178°	72°	3	P			3	C	R			5	Si	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	70°	100°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	254°	36°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	85°	86°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	05°	78°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	36°	66°	2	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	125°	60°	2	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	0°	71°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	208°	49°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	350°	82°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
40 - 42	A S D	350°	81°	3	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	15°	45°	6	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	340°	80°	3	P	1	-	3	C	R			1	Si	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	210°	63°	1	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	170°	58°	2	P	1	-	3	C	R			1	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	265°	50°	3	P			3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	250°	32°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	275°	74°	1	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A S D	270°	55°	1	P			-1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD		
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD		
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	Discontinua
						Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)	
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura > 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura 100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura 50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura 25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda 5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda 1-5



**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA N° 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001					
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones					
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R			
46 - 48	A	D	95°	81°	1	P			3	C	R			20	Si	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	170°	64°	2	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	280°	87°	5	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	105°	81°	3	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	72°	20°	2	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	D	160°	62°	1	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R		
48 - 50	A	S	D	155°	57°	2	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	200°	60°	3	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	D	104°	77°	1	P			1	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R		
	A	S	D	20°	52°	2	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	D	245°	75°	1	P			3	C	R		20	Si	H	Pr	S	R4	F/R		
	A	D	93°	66°	1	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R		
	A	D	90°	23°	1	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R		
50 - 52	A	S	D	25°	40°	6	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	
	A	S	D	45°	64°	7	P	1	-	3	C	R		-	-	H	Pr	S	R4	F/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 1 0 0 0				LINEA N° 1 Nivel: 170		UBICACION: CX 500N										FECHA 10 - 10 -2001					
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones					
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R		
52 - 54	A	D	95°	64°	1	P	1	-	3	C	R			20	Si	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	D	90°	36°	1	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	60°	74°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	130°	30°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	175°	24°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	25°	70°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	90°	38°	3	P			1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	155°	65°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	120°	65°	4	P			1	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	45°	68°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	60°	68°	2	P	1	-	3	C	R			1	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
54 - 56	A	S D	20°	85°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	170°	42°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	60°	65°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	08°	80°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	07°	65°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	165°	70°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S D	137°	60°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA		C	CONTACTO LITOLOGICO		Si	Silicificación		A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA		ES	ESTRATIFICACION		Pr	Propilitización		M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA		VT	VETA		Ar	Argilitización		S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA		DX	DIQUE		Se	Sericitización						C	Continua D Discontinua
								Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado		MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado		B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado		R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado		P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado		MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos								R1	Muy Blanda	1-5



**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1 3 5 0 0					LINEA Nº 2 Nivel: 230		UBICACION: GAL 906 VETA PODER										FECHA 12 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones					
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R			
0	-	2	A	S	D	192°	83°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	300°	15°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	193°	36°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	338°	82°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	175°	63°	2	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	160°	77°	3	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	300°	65°	2	P			3	C	R	2	Si	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	195°	58°	3	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	335°	74°	2	P			3	C	R	2	Si	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	195°	75°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A		D	275°	79°	1	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
2	-	4	A	S	D	120°	4°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	100°	55°	2	P	1	-	3	C	R	1	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	185°	57°	2	P	1	-	3	C	R	L	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	220°	5°	6	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	162	83°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	270°	58°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A	S	D	100°	65°	5	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R
			A		D	340°	81°	1	P	1	-	3	C	R	1	-	S	Pr	M	R4	MF/R

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1 3 5 0 0					LINEA N° 2 Nivel: 230		UBICACION: GAL 906 VETA PODER										FECHA 12 - 10 -2001		
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones			
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R
4 - 6	A S D	170°	83°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	180°	15°	3	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	232°	36°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	176°	82°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	205°	63°	6	P			-1	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	130°	77°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	210°	55°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
6 - 8	A S D	165°	78°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	240°	04°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	120°	80°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A D	160°	81°	1	P			3	C	R	3	Si	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	195°	38°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	185°	87°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
8 - 10	A S D	325°	7°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	270°	79°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	275°	74°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A D	280°	67°	1	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A S D	165°	74°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD		
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD		
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	Discontinua
						Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)	
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura > 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura 100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura 50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura 25-50
Si	Silíce			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda 5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda 1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

TREND/PLUNGE					LINEA N°	Nivel: 230	UBICACION: GAL 906 VETA PODER										FECHA 12 - 10 -2001							
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones								
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R					
	A	S	D	215°	30°	3	P				-1	C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	250°	50°	3	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	205°	70°	4	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
10	-	12	A	S	D	245°	36°	6	P			-1	C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R	
	A	S	D	210°	88°	7	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	205°	40°	4	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	205°	58°	10	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
12	-	14	A	S	D	60°	45°	6	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R	
	A	S	D	230°	20°	8	P				-1	C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	220°	82°	7	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	220°	36°	5	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
14	-	16	A	S	D	260°	20°	11	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R	
	A	S	D	160°	60°	3	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	180°	85°	3	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	275°	76°	2	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	160°	85°	4	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		
	A	S	D	340°	84°	3	P	1	-	3		C	R			-	-	S	Pr	M	R4	MF/R		

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD		
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD		
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	Discontinua
						Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5



**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 8 0 0 0				LINEA Nº 2 Nivel: 230		UBICACION: GAL 906 VETA PODER										FECHA 12 - 10 -2001						
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones						
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R				
0	-	2	A	S	D	160°	84°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	250°	18°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	158°	76°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	115°	85°	3	P			-1	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	142°	63°	2	P			3	C	R	2	Si	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	338°	81°	3	P	1	-	3	C	R	3	Si	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	150°	20°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	100°	62°	2	P	1	-	3	C	R	1	Si	S	Si	M	R4	MF/R	
2	-	4	A	S	D	155°	74°	4	P	1	-	3	C	R	1	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	175°	41°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	180°	14°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	190°	40°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	100°	58°	4	P	1	-	3	C	R	1	Si	S	Si	M	R4	MF/R	
4	-	6	A	S	D	170°	87°	3	P	1	-	3	C	R	1	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	255°	81°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	155°	75°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	285°	54°	4	P			-1	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
			A	S	D	150°	70°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	M	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 8 0 0 0				LINEA N° 3 Nivel: 230		UBICACION: GAL 906 VETA PODER										FECHA 12 - 10 -2001							
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA			GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones								
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]		C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R					
	A	S	D	115°	85°	3	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	140°	78°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
6	-	8	A	S	D	60°	55°	8	P	1	-	3	C	R		-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
	A	S	D	135°	73°	4	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	270°	82°	6	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	160°	65°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	170°	80°	2	P			3	C	R		5	Si		S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	0°	84°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
8	-	10	A	S	D	175°	47°	5	P	1	-	3	C	R		-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
	A	S	D	65°	62°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	95°	36°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	75°	65°	6	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	280°	85°	3	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A	S	D	100°	84°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
	A		D	85°	90°	1	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		
10	-	12	A	S	D	60°	73°	10	P	1	-	3	C	R		-	-	S	Si	M	R4	MF/R	
	A	S	D	125°	67°	6	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R		

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

0 8 0 0 0				LINEA N° 3 Nivel: 230										UBICACION: GAL 906 VETA PODER										FECHA 12 - 10 -2001			
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones											
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R								
	A	S	D	40°	84°	4	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A	S	D	200°	66°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
12	-	14	A	S	D	190°	86°	10	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R				
	A	S	D	90°	52°	6	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A	S	D	147°	73°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A	S	D	275°	32°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
14	-	16	A	S	D	305°	35°	5	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R				
	A	S	D	300°	42°	3	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A		D	290°	57°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A		D	270°	40°	2	P	1	-	3	C	R			5	Si	S	Si	M	R4	MF/R						
	A	S	D	65°	57°	6	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A	S	D	03°	80°	3	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A	S	D	145°	57°	3	P			-1	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						
	A		D	190°	77°	2	P	1	-	3	C	R			-	-	S	Si	M	R4	MF/R						

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA		C	CONTACTO LITOLOGICO		Si	Silicificación		A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B		SD	SET DIACLASA		ES	ESTRATIFICACION		Pr	Propilitización		M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA		VT	VETA		Ar	Argilitización		S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA		DX	DIQUE		Se	Sericitización						C	Continua D Discontinua
								Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)				
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado		MB	Muy Buena		R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado		B	Buena		R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado		R	Regular		R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado		P	Pobre		R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado		MP	Muy Pobre		R2	Blanda	5-25
Li	Limos									R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

TREND/PLUNGE				LINEA N° 4 Nivel: 0 ó S.G. UBICACION: GAL 635 VETA ALEJANDRO										FECHA 13 - 10 -2001						
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones				
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R		
0 - 2	A	S	D	175°	59°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	165°	78°	9	P	1	-	3	C	R	-	-	S	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	350°	17°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	345°	71°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
2 - 4	A	S	D	165°	30°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	340°	20°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	350°	30°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	165°	77°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
4 - 6	A	S	D	140°	71°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	320°	26°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	235°	86°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	20°	86°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD		
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD		
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	Discontinua
						Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silíce			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

TREND/PLUNGE					LINEA Nº		Nivel: 0 ó S.G.		UBICACION: GAL 635 VETA ALEJANDRO										FECHA 13 - 10 -2001		
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones					
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R			
6 - 8	A	S	D	155°	68°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	330°	20°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	65°	70°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	225°	54°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	260°	76°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
8 - 10	A	S	D	310°	27°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	355°	72°	9	P	1	-	3	C	R	1	-	Li	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	215°	20°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	87°	40°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	285°	69°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
10 - 12	A	S	D	48°	88°	4	P	1	-	3	C	R	1	-	Si	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	68°	72°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	345°	17°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	230°	41°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	300°	23°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
A	S	D	355°	75°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R			

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continúa	D	Discontinúa
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

TREND/PLUNGE					LINEA N° 4 Nivel: 0 ó S.G.										UBICACION: GAL 635 VETA ALEJANDRO										FECHA 13 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones													
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R	R										
12 - 14	A S D	345°	80°	10	P			3	C	R			-		-	H	Si	S	R4	F/R									
	A S D	300°	23°	8	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Si	S	R4	F/R									
14 - 16	A S D	165°	84°	12	P			3	C	R		1		Si	H	Si	S	R4	F/R										
	A S D	330°	12°	9	P			3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	F/R										
16 - 18	A S D	345°	23°	13	P			3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	145°	70°	14	P			3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
18 - 20	A S D	330°	12°	7	P			3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	145°	70°	8	P			3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	090°	80°	5	P	1	-	3	C	R		-			H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	278°	49°	5	P	1	-	3	C	R		-			H	Si	S	R4	MF/R										
20 - 22	A S D	25°	87°	7	P	1	-	3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	350°	84°	6	P	1	-	3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	320°	24°	4	P	1	-	3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	250°	66°	5	P	1	-	3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										
	A S D	055°	78°	4	P	1	-	3	C	R		-		-	H	Si	S	R4	MF/R										

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD		
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	Suave
C		FT	FALLA	VT	VEA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD		
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	Discontinua
						Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)	
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura > 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura 100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura 50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura 25-50
Si	Sílice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda 5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda 1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

2 5 0 0 0					LINEA N° 4 Nivel: 0 ó S.G.										UBICACION: GAL 635 VETA ALEJANDRO										FECHA 13 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones													
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R											
22 - 24	A S D	305°	21°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	350°	3°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	0°	80°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	15°	67°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	270°	75°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
24 - 26	A S D	10°	74°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	F/R												
	A S D	205°	88°	10	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	F/R												
26 - 28	A S D	325°	47°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	30°	83°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	305°	40°	9	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	35°	79°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
28 - 30	A S D	355°	86°	12	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	300°	38°	8	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												
	A S D	315°	77°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R												

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B		SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5





**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1   7   0   0   0				LINEA Nº 5 Nivel: 070		UBICACION: CX 720S										FECHA 14 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones				
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]			C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.	R		
0 - 2	B	S	D	94°	80°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	140°	84°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	230°	15°	12	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	210°	65°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
2 - 4	B	S	D	00°	88°	14	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	330°	77°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	275°	15°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	235°	32°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
4 - 6	B	S	D	205°	65°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	340°	85°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	260°	10°	7	P			-1	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	92°	89°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	95°	88°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	350°	10°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	
	B	S	D	290°	50°	2	P			-1	C	R	-	-	H	Ar	M	R3	MF/P	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continúa	D	Discontinúa
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1 7 0 0 0				LINEA N° 5 Nivel: 070		UBICACIÓN: CX 720S										FECHA 14 - 10 -2001				
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones				
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]		C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.			R			
6 - 8	A	S	D	172°	66°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	200°	77°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	108°	90°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	290°	67°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	190°	20°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	240°	44°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
8 - 10	A	S	D	205°	66°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	55°	25°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	55°	13°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	15°	84°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	145°	73°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	215°	63°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	330°	80°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
	A	S	D	0°	10°	3	P			-1	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)	
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura > 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura 100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura 50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura 25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda 5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda 1-5
								R0	Extremadamente Blanda 0,25-1

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1 7 0 0 0			LINEA N° 5 Nivel: 070		UBICACIÓN: CX 720S										FECHA 14 - 10 -2001											
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones										
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]		C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.			R									
10	-	12	A	S	D	210°	78°	6	P			1	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	100°	65°	4	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	170°	25°	3	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	05°	37°	3	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	290°	19°	4	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	180°	70°	4	P	1	-	3	C	R			2			Li	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	310°	80°	3	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
12	-	14	A	S	D	265°	60°	2	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	135°	85°	6	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	180°	62°	9	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	275°	13°	5	P	1	-	3	C	R			-		-	H	Pr	S	R4	MF/R		
			A	S	D	155°	80°	3	P	1	-	3	C	R			1			Si	H	Pr	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5
								R0	Extremadamente Blanda	0,25-1

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1 7 0 0 0				LINEA N° 5 Nivel: 070		UBICACIÓN: CX 720S										FECHA 14 - 10 -2001					
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones					
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]		C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.			R				
14 - 16	A	S	D	135°	67°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	60°	88°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	48°	83°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R		
	A	S	D	15°	88°	3	P	1	-	3	C	R	2		Si	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	180°	83°	5	P	1	-	3	C	R	2		Si	H	Si	S	R4	MF/R	
	B		F	143°	57°	1	P		+	3	C	R	20		L	H	Ar	M	R3	MF/P	
16 - 18	A	S	D	130°	80°	10	P	1	-	3	C	R	1		Si	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	180°	65°	7	P	1	-	3	C	R	1		Si	H	Si	S	R4	MF/R	
	B		F	160°	88°	1	P		+	3	C	R	40		L	H	Ar	M	R3	MF/P	
	A	S	D	190°	76°	7	P	1	-	3	C	R	-		-	H	Si	S	R4	MF/R	
18 - 20	A	S	D	270°	13°	11	P	1	-	3	C	R	-		-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	190°	86°	7	P	1	-	3	C	R	-		-	H	Si	S	R4	MF/R	
	A	S	D	163°	84°	6	P	1	-	3	C	R	-		-	H	Si	S	R4	MF/R	
	B		F	155°	66°	1	P		+	3	C	R	10		L	H	Ar	M	R3	MF/P	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VELA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5
								R0	Extremadamente Blanda	0,25-1

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

1 7 0 0 0					LINEA N° 5 Nivel: 070		UBICACIÓN: CX 720S										FECHA 14 - 10 -2001	
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocos	Observaciones		
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.	R				
20 - 22	A S D	245°	75°	5	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	270°	23°	7	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
22 - 24	A S D	130°	45°	5	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	145°	78°	3	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	115°	62°	2	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	280°	29°	3	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	340°	88°	3	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	170°	90°	4	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
24 - 26	A S D	62°	22°	5	P	+ 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	80°	33°	3	P	+ 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	210°	71°	3	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		
	A S D	135°	78°	5	P	1 - 3	C R					H	Pr	S	R4	F/R		

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA				
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)	
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura > 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura 100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura 50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura 25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda 5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda 1-5
								R0	Extremadamente Blanda 0,25-1

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

3 0 0 0 0				LINEA Nº	6 Nivel: 070	UBICACIÓN: GAL 204 VETA JOFRE										FECHA 15 - 10 -2001			
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones			
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]		C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.			R		
0 - 2	A S D	100°	84°	4	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	235°	70°	5	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	350°	80°	2	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	10°	72°	3	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	142°	68°	5	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	330°	56°	6	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
2 - 4	A S D	240°	75°	4	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	75°	78°	6	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	320°	64°	5	P		-1	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	00°	65°	4	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	335°	82°	4	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	130°	87°	3	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			
	A S D	195°	88°	4	P	1	- 3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R			

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua D Discontinua
						Py	Piritización						

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5
								R0	Extremadamente Blanda	0,25-1

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

3 0 0 0 0				LINEA N°	6 Nivel: 070	UBICACION: GAL 204 VETA JOFRE	FECHA 15 - 10 -2001								
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA			GEOMETRIA			CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones	
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)			ALT.
4 - 6	A	D	62°	88°	1	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	D	10°	80°	1	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	298°	66°	4	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	230°	81°	7	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	200°	82°	3	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	310°	50°	5	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	320°	51°	4	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
6 - 8	A	S D	150°	35°	2	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	160°	73°	6	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	230°	74°	9	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
8 - 10	A	S D	250°	81°	8	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	10°	70°	9	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	160°	73°	8	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	105°	80°	7	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R
	A	S D	175°	65°	7	P	1 - 3	C	R					R4	MF/R

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION			GEOMETRIA							
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continúa	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN			RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)			
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5
								R0	Extremadamente Blanda	0,25-1

**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

TREND/PLUNGE					LINEA N°	Nivel: 070	UBICACIÓN: GAL 204 VETA JOFRE										FECHA 15 - 10 -2001																					
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones																						
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.	R																								
10 - 12	A S D	350°	85°	10	P	1 - 3	C	R							H	Pr	S	R3	MF/R																			
																			235°	45°	15	P	1 - 3	C	R													
12 - 14	A S D	245°	75°	13	P	1 - 3	C	R							H	Pr	S	R3	MF/R																			
																			170°	16°	12	P	1 - 3	C	R													
14 - 16	A S D	200°	70°	12	P	1 - 3	C	R							H	Pr	S	R3	MF/R																			
																			185°	72°	14	P	1 - 3	C	R													
16 - 18	A S D	190°	73°	7	P	+ 3	C	R							H	Pr	S	R3	MF/R																			
																			165°	80°	7	P	1 - 3	C	R													
																			300°	54°	5	P	1 - 3	C	R													
																			295°	42°	7	P	1 - 3	C	R													
18 - 20	A S D	190°	70°	7	P	1 - 3	C	R							H	Pr	S	R3	MF/R																			
																			244°	65°	5	P	1 - 3	C	R													
																			200°	85°	5	P	1 - 3	C	R													
																			175°	58°	6	P	1 - 3	C	R													
																			225°	10°	3	P	1 - 3	C	R													

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA					
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLOGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continúa	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5
								R0	Extremadamente Blanda	0,25-1



**MINA SAN GENARO**  
**FICHA DE MAPEO DE DETALLE**  
**(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

3 0 0 0 0				LINEA N° 6 Nivel: 070		UBICACIÓN: GAL 204 VETA JOFRE										FECHA 15 - 10 -2001						
Dist. [m]	Tpo Roca	ESTRUCTURA				GEOMETRIA				CONDICIONES					Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones						
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]		C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.			R					
20	-	22	A	S	D	190°	58°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	165°	68°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	280°	60°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	230°	50°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	215°	2°	3	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	20°	83°	2	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
22	-	24	A	S	D	186°	66°	12	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	140°	78°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	170°	68°	4	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	10°	87°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
24	-	26	A	S	D	225°	73°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	170°	80°	6	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	210°	75°	7	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	
			A	S	D	205°	75°	5	P	1	-	3	C	R	-	-	H	Pr	S	R4	MF/R	

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA			ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA	C	CONTACTO LITOLÓGICO	Si	Silicificación	A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD			
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA	ES	ESTRATIFICACION	Pr	Propilitización	M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa	S	Suave
C		FT	FALLA	VT	VETA	Ar	Argilitización	S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD			
D		ZC	ZONA CIZALLA	DX	DIQUE	Se	Sericitización					C	Continua	D	Discontinua
						Py	Piritización								

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)		
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado	MB	Muy Buena	R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado	B	Buena	R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado	R	Regular	R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado	P	Pobre	R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado	MP	Muy Pobre	R2	Blanda	5-25
Li	Limos							R1	Muy Blanda	1-5
								R0	Extremadamente Blanda	0,25-1

**MINA SAN GENARO  
FICHA DE MAPEO DE DETALLE  
(LINE MAPPING)**

0 1

TREND/PLUNGE

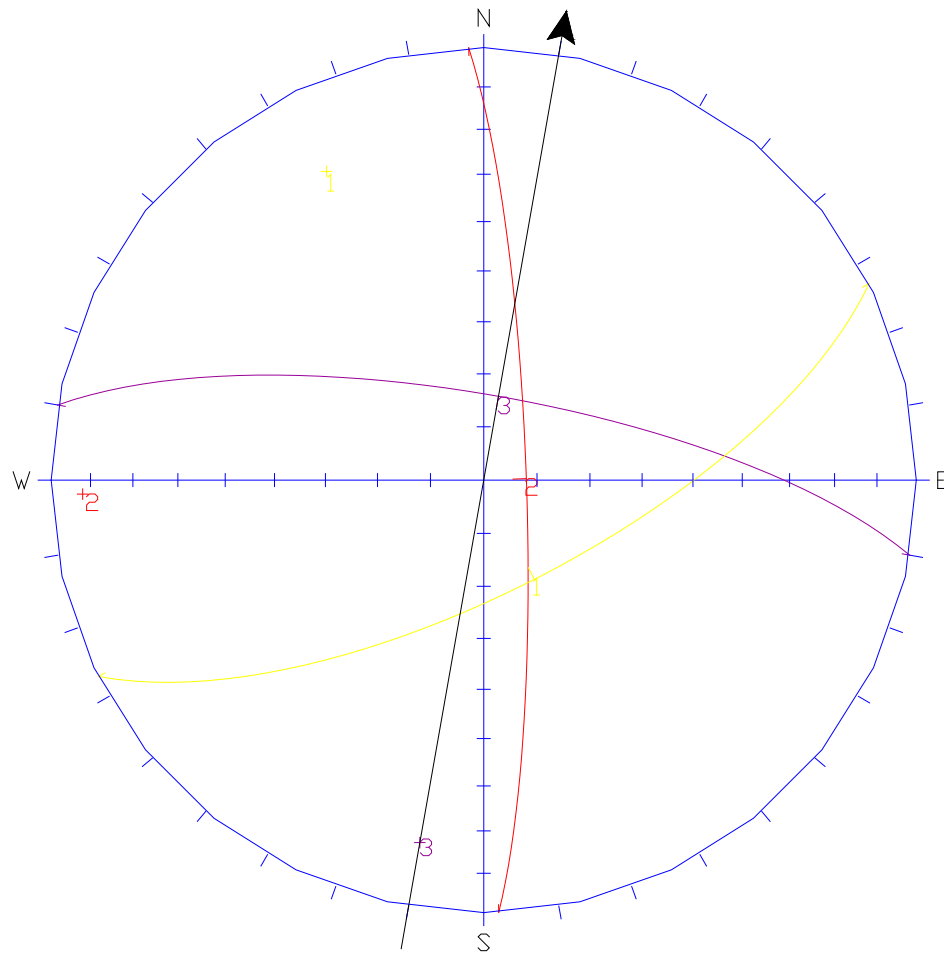
3 0 0 0 0			LINEA N° 6 Nivel: 070										UBICACIÓN: GAL 204 VETA JOFRE										FECHA 15 - 10 -2001		
Dist. [m]	Tipo Roca	ESTRUCTURA						GEOMETRIA				CONDICIONES						Estructura del Macizo Rocoso	Observaciones						
		TIPO	DDIP	DIP	No D	P	LARGO [m]	C	R	Abertura [mm]	Relleno	A (W)	ALT.		R										
26 - 28	A	S	D	200°	85°	7	P	1 - 3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R								
	A	S	D	175°	31°	8	P	1 - 3	C	R	-	-	H	Si	S	R4	MF/R								
	A	S	D	310°	70°	9	P	1 - 3	C	R	1		Si	H	Si	R4	MF/R								

TIPO DE ROCA		TIPO DE ESTRUCTURA				ALTERACION				GEOMETRIA						
A	ANDESITA	D	DIACLASA		C	CONTACTO LITOLOGICO		Si	Silicificación		A	Alta	Planar	P	(R) RUGOSIDAD	
B	ANDESITA ALTERADA	SD	SET DIACLASA		ES	ESTRATIFICACION		Pr	Propilitización		M	Moderada	Sinuosa	S	R	Rugosa S Suave
C		FT	FALLA		VT	VETA		Ar	Argilitización		S	Suave	Dentado	I	(C) CONTINUIDAD	
D		ZC	ZONA CIZALLA		DX	DIQUE		Se	Sericitización						C	Continúa D Discontinua
								Py	Piritización							

RELLENO		AGUA		CRITERIO GENERALIZADO HOECK - BROWN				RESISTENCIA ESTIMADA (Mpa)				
N	Sin relleno	S	Seco	LF	Levemente Fracturado		MB	Muy Buena		R6	Extremadamente Dura	> 250
Ca	Calcita	H	Húmedo	F	Fracturado		B	Buena		R5	Muy Dura	100-250
O	Oxidos	Gs	Goteo Suave	MF	Muy Fracturado		R	Regular		R4	Dura	50-100
A	Arcilla	T	Flujo Constante	IF	Intensamente Fracturado		P	Pobre		R3	Moderadamente Dura	25-50
Si	Silice			T	Triturado		MP	Muy Pobre		R2	Blanda	5-25
Li	Limos									R1	Muy Blanda	1-5
										R0	Extremadamente Blanda	0,25-1

# LINEA 1 CX-500 Nv-170

## PROY. ESTEREOGRAFICA PRINCIPALES SISTEMAS DE FRACTURAS



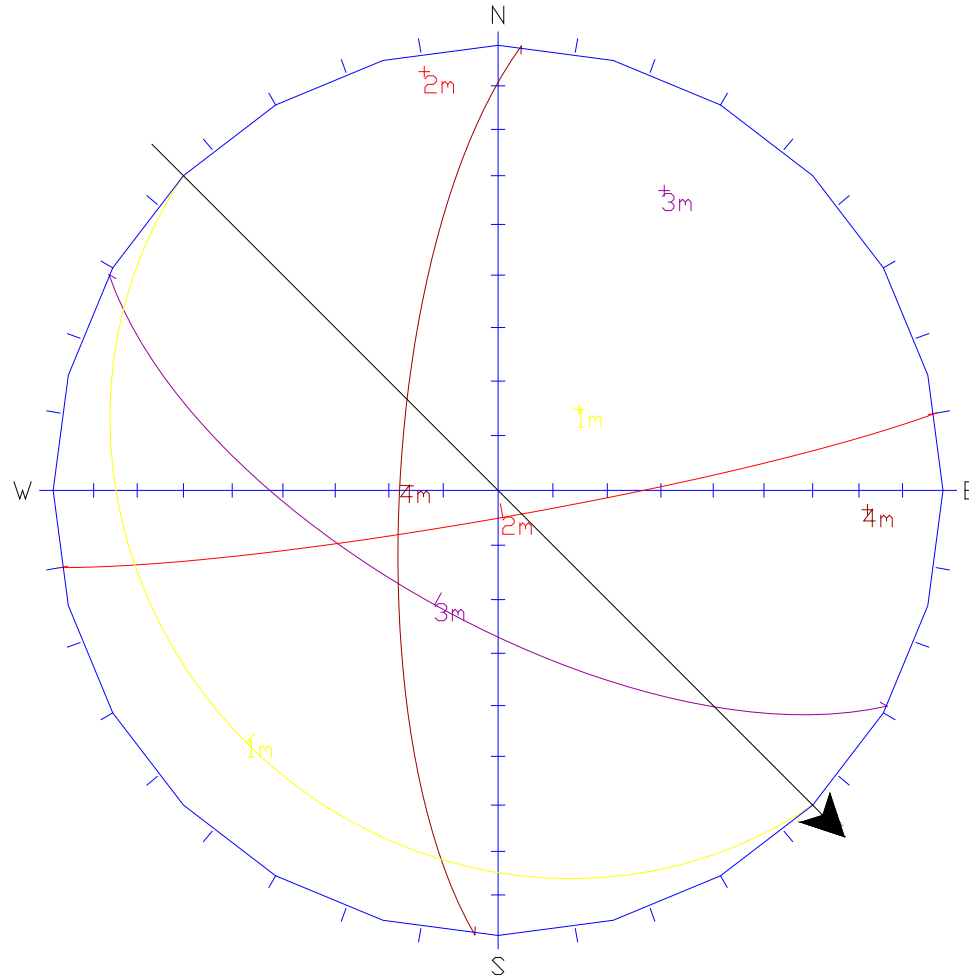
Orientations		
ID		Dip / Direction
1	m	69 / 153
2	m	82 / 088
3	m	74 / 010

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
628 Poles  
216 Entries

# LINEA 2 Gal-906 Nv-230

## PROY. ESTEREOGRAFICA PRINCIPALES SISTEMAS DE FRACTURAS



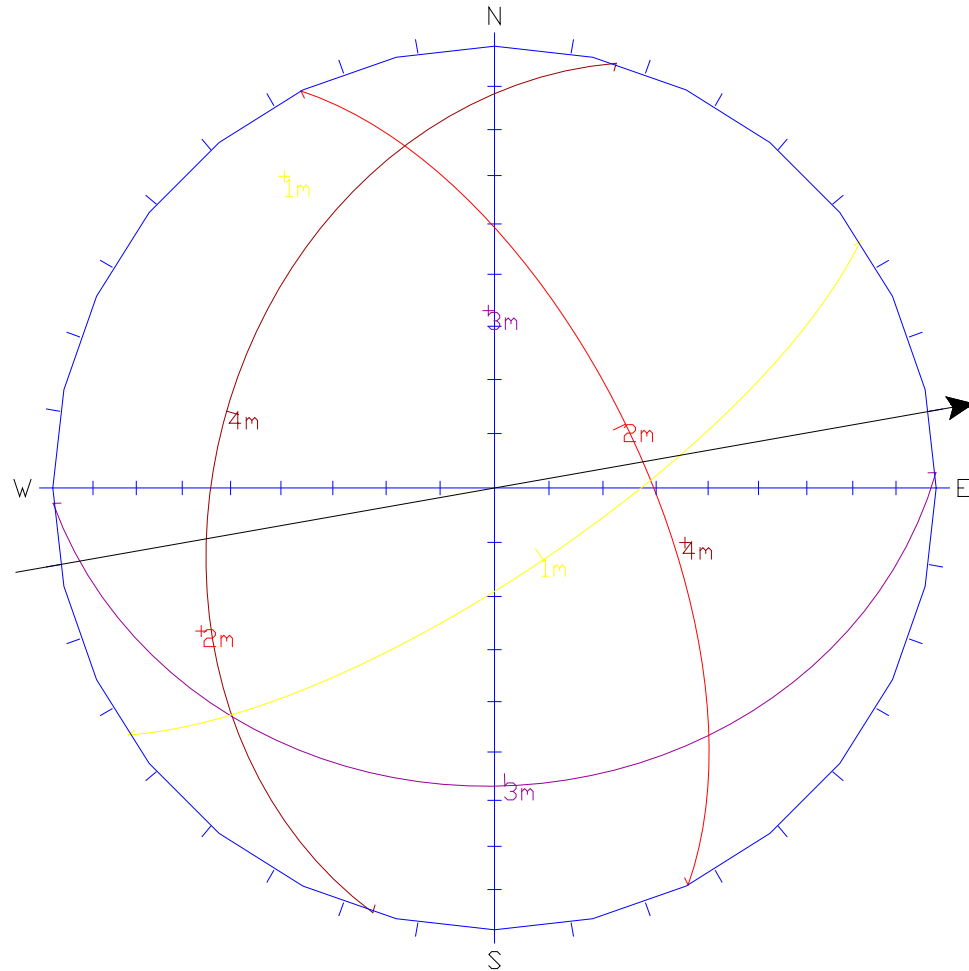
Orientations		
ID		Dip / Direction
1	m	21 / 225
2	m	85 / 170
3	m	66 / 209
4	m	72 / 273

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
215 Poles  
54 Entries

# LINEA 3 Gal-906 Nv-230

## PROY. ESTEREOGRAFICA PRINCIPALES SISTEMAS DE FRACTURAS



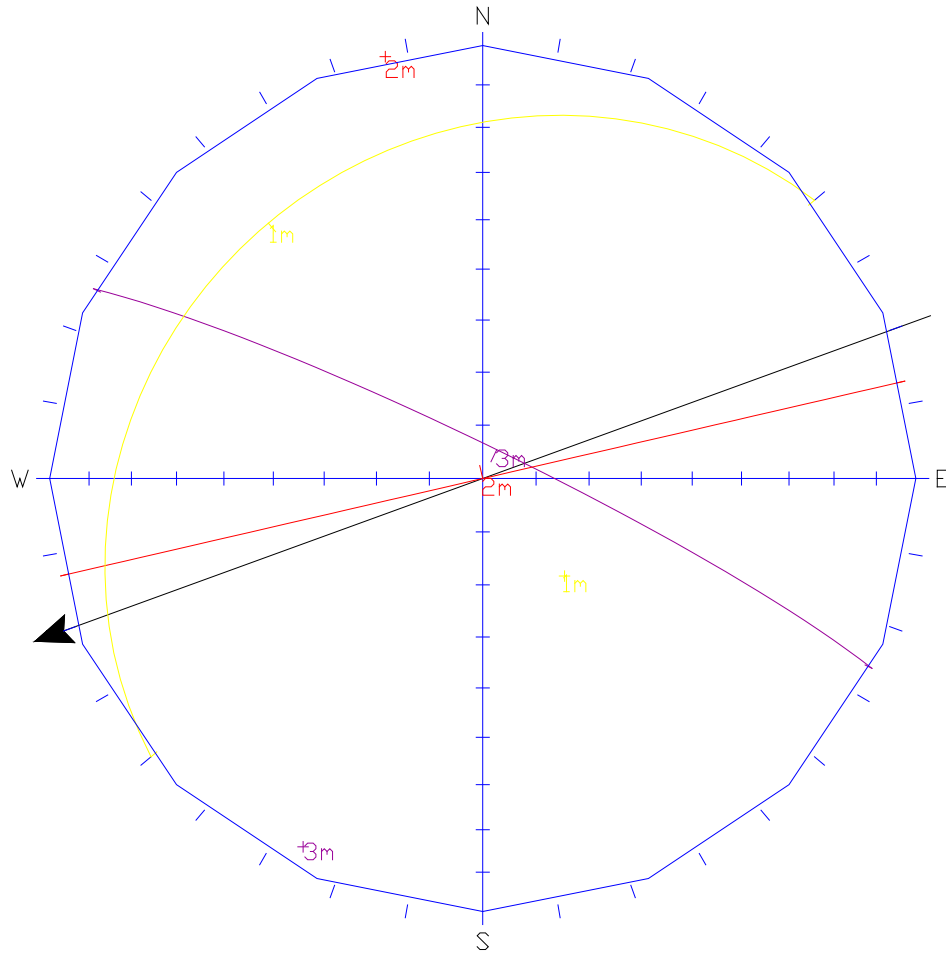
Orientations		
ID		Dip / Direction
1	m	74 / 146
2	m	63 / 064
3	m	33 / 178
4	m	37 / 286

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
206 Poles  
49 Entries

# LINEA 4 Gal-635 Nv-0 o S.G.

## PROY. ESTEREOGRAFICA PRINCIPALES SISTEMAS DE FRACTURAS



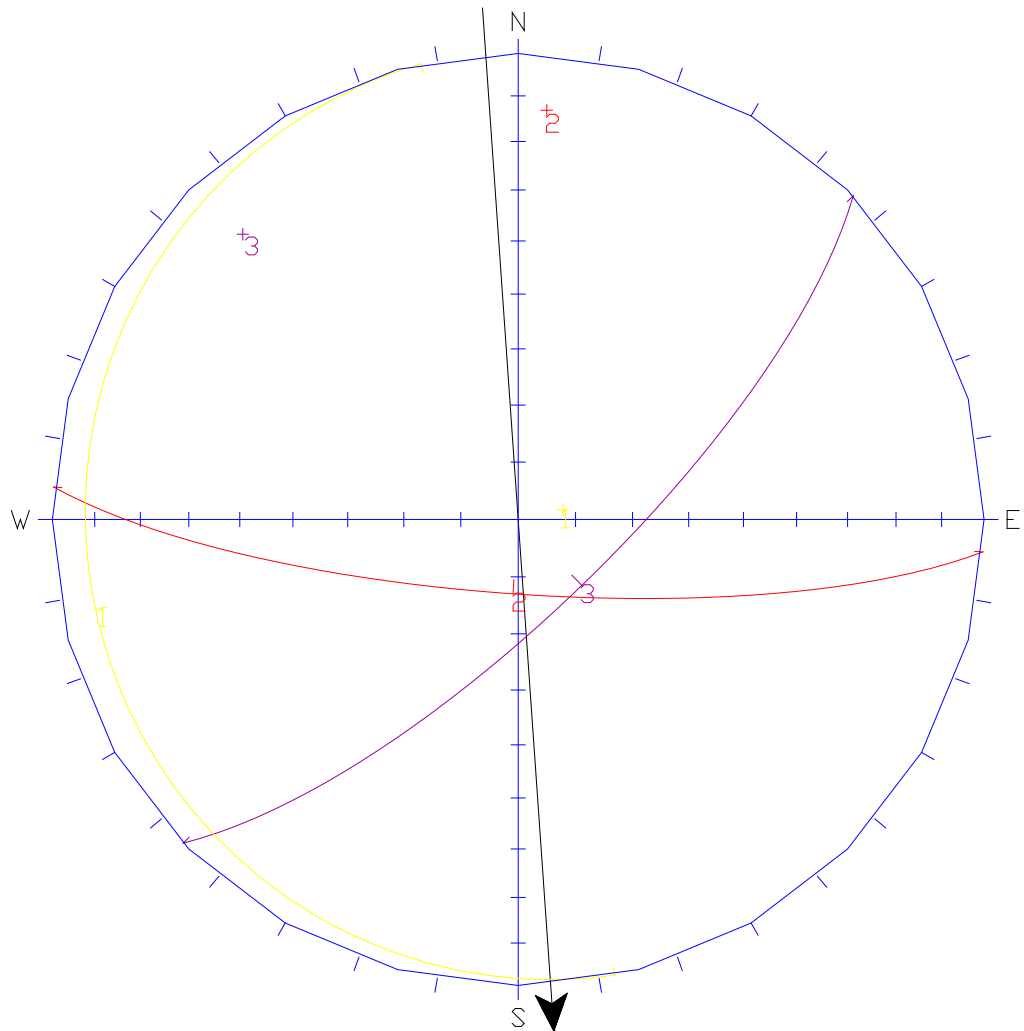
Orientations		
ID		Dip / Direction
1	m	24 / 318
2	m	89 / 165
3	m	83 / 023

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
421 Poles  
60 Entries

# LINEA 5 CX-720s Nv- 070

## PROY. ESTEREOGRAFICA PRINCIPALES SISTEMAS DE FRACTURAS



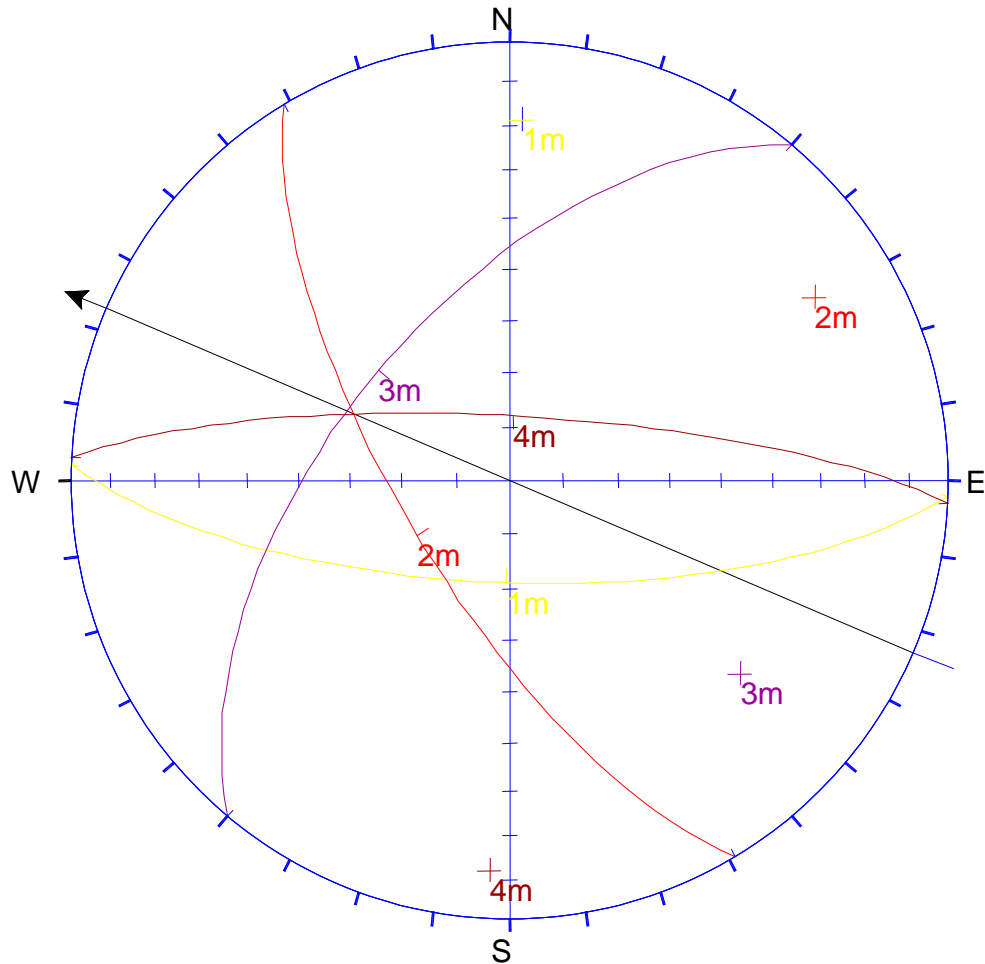
Orientations		
ID		Dip / Direction
1	m	08 / 258
2	m	70 / 192
3	m	84 / 144

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
304 Poles  
67 Entries

# LINEA 6 GAL-204 Nv-070

## PROY. ESTEREOGRAFICA PRINCIPALES SISTEMAS DE FRACTURAS



Orientations		
ID	Dip	Direction
1	m	71 / 182
2	m	70 / 239
3	m	58 / 310
4	m	78 / 003

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
365 Poles  
60 Entries



483525E

483550E

483575E

483600E

483625E

8541775N

483650E

8541750N

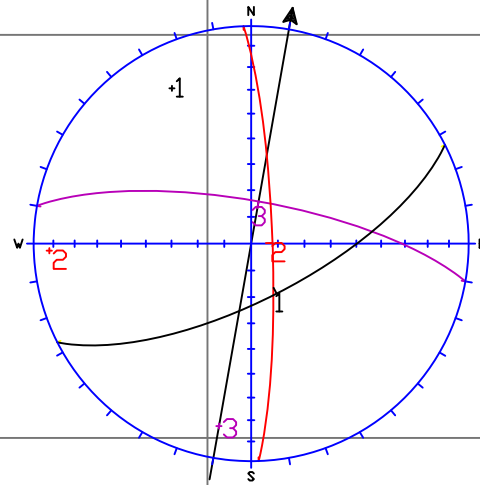
8541725N

8541700N

**Orientations**

ID	Dip / Direction
1	69 / 153
2	82 / 088
3	74 / 010

Equal Area  
Lower Hemisphere



XC 500 N  
MF/R

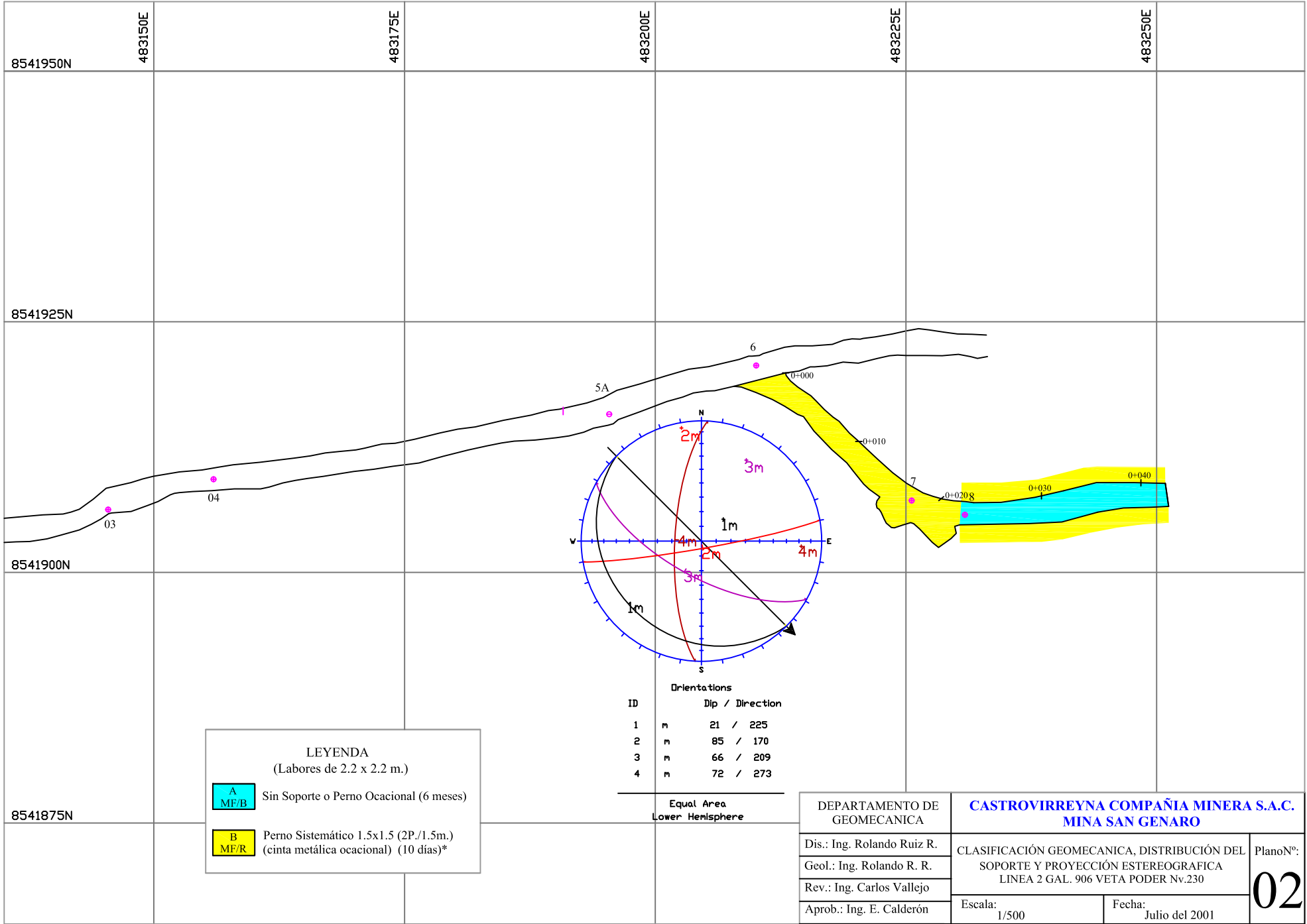
**LEYENDA**  
(Labores de 2.1 x 2.4 m.)

<b>B</b> MF/R	Perno Sistemático 1.5x1.5 (2P./1.5m.) (cinta metálica ocasional) (10 días)
<b>C</b> MF/P	Perno Sistemático 1.0x1.0 (4P./ml.) (cinta metálica ocasional) (1 día)
<b>E</b> MF/MP	Cuadro de Madera (Inmediato)

Gal. 735E, Yeta Norte  
09  
0+050  
0+054  
0+073  
0+078

11  
12  
0+100  
01

DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA		<b>CASTROVIRREYNA COMPAÑIA MINERA S.A.</b> <b>MINA SAN GENARO</b>	
Dis.: Ing. Rolando Ruiz R.	CLASIFICACIÓN GEOMECANICA, DISTRIBUCIÓN DEL SOPORTE Y PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA LINEA DE DETALLE 01 CX 500N Nv.170	PlanoN°:	
Geol.: Ing. Rolando R. R.		<b>01</b>	
Rev.: Ing. Carlos Vallejo			
Aprob.: Ing. E. Calderón	Escala: 1/500	Fecha: Agosto del 2001	



8541950N

483150E

483175E

483200E

483225E

483250E

8541925N

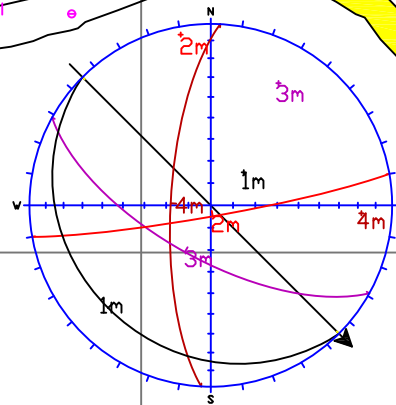
8541900N

8541875N

LEYENDA  
(Labores de 2.2 x 2.2 m.)

**A** MF/B Sin Soporte o Perno Ocasional (6 meses)

**B** MF/R Perno Sistemático 1.5x1.5 (2P./1.5m.)  
(cinta metálica ocasional) (10 días)\*



Orientations

ID	m	Dip / Direction
1	m	21 / 225
2	m	85 / 170
3	m	66 / 209
4	m	72 / 273

Equal Area  
Lower Hemisphere

DEPARTAMENTO DE  
GEOMECANICA

**CASTROVIRREYNA COMPAÑIA MINERA S.A.C.**  
**MINA SAN GENARO**

Dis.: Ing. Rolando Ruiz R.

Geol.: Ing. Rolando R. R.

Rev.: Ing. Carlos Vallejo

Aprob.: Ing. E. Calderón

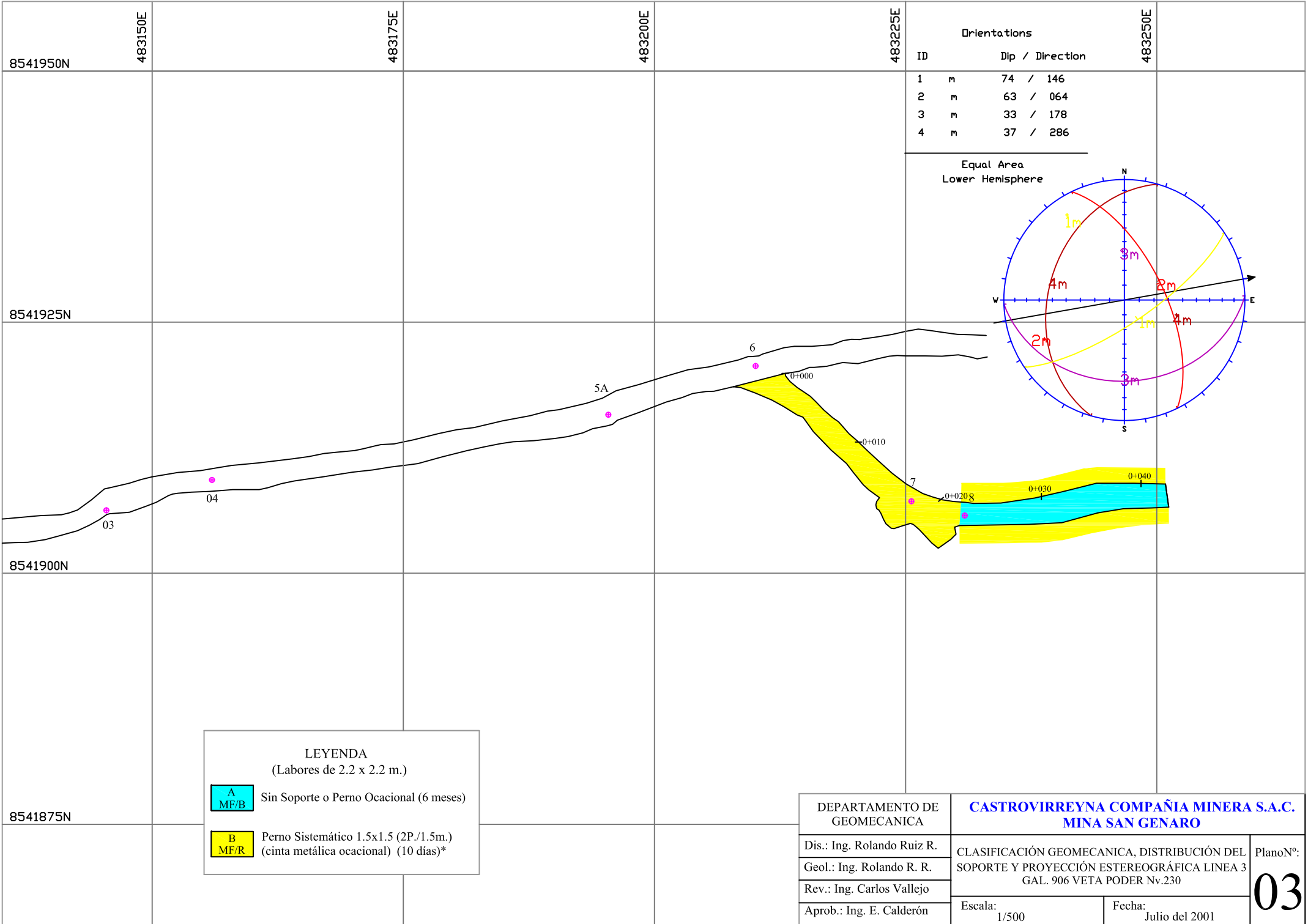
CLASIFICACIÓN GEOMECANICA, DISTRIBUCIÓN DEL  
SOPORTE Y PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA  
LINEA 2 GAL. 906 VETA PODER Nv.230

Escala:  
1/500

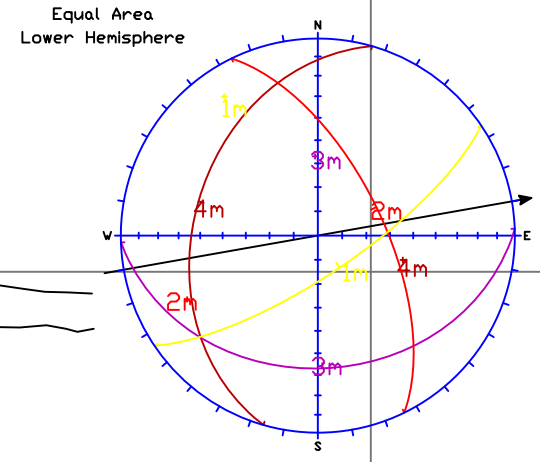
Fecha:  
Julio del 2001

PlanoN°:

**02**



Orientations		
ID		Dip / Direction
1	m	74 / 146
2	m	63 / 064
3	m	33 / 178
4	m	37 / 286

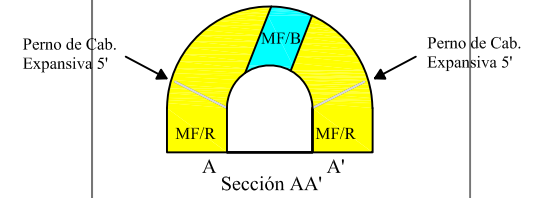


LEYENDA (Labores de 2.2 x 2.2 m.)	
<b>A</b> MF/B	Sin Soporte o Perno Ocasional (6 meses)
<b>B</b> ME/R	Perno Sistemático 1.5x1.5 (2P./1.5m.) (cinta metálica ocasional) (10 días)*

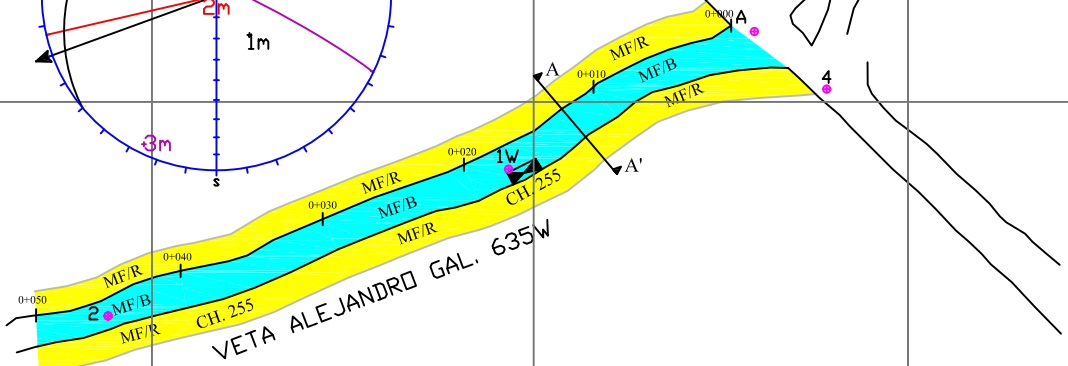
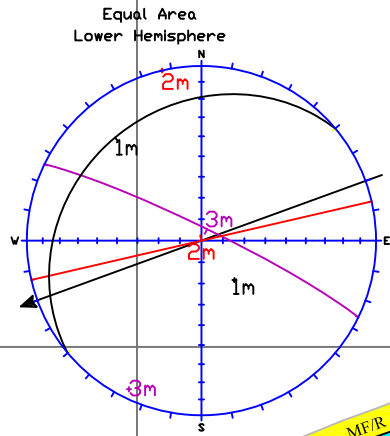
DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA	<b>CASTROVIRREYNA COMPAÑIA MINERA S.A.C.</b> <b>MINA SAN GENARO</b>	
Dis.: Ing. Rolando Ruiz R.	CLASIFICACIÓN GEOMECANICA, DISTRIBUCIÓN DEL SOPORTE Y PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA LINEA 3 GAL. 906 VETA PODER Nv.230	Plano N°: <b>03</b>
Geol.: Ing. Rolando R. R.		
Rev.: Ing. Carlos Vallejo	Escala: 1/500	Fecha: Julio del 2001
Aprob.: Ing. E. Calderón		

**Orientations**

ID	m	Dip / Direction
1	m	24 / 318
2	m	89 / 165
3	m	83 / 023



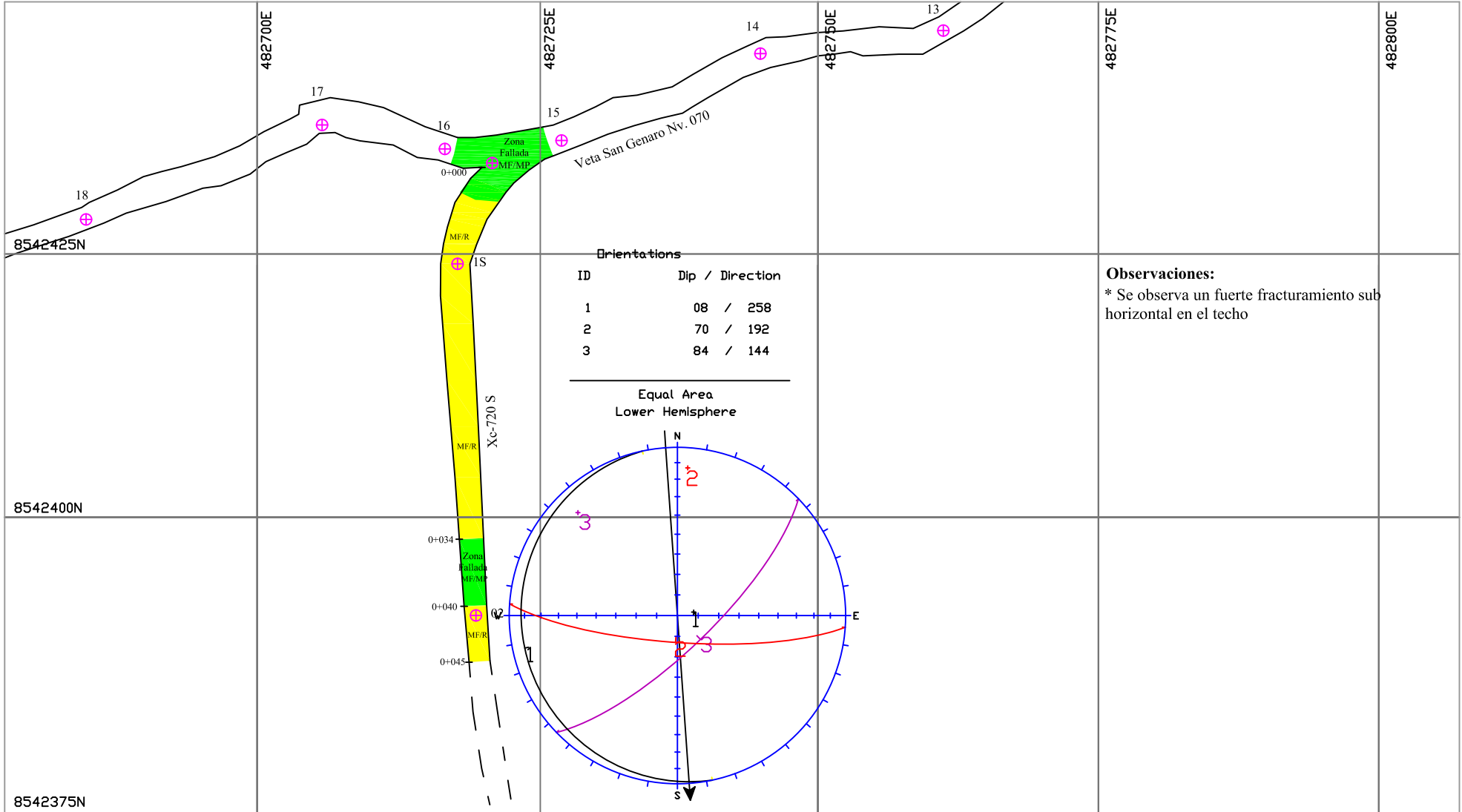
**Observaciones:**  
 \* La veta ubicada en el techo de la galería está silicificada, no requiere de perno en el techo.



**LEYENDA**  
 (Labores de 2.2 x 2.2 m.)

	Sin Soporte o Perno Ocasional (6 meses)
	Perno Sistemático 1.5x1.5 (2P./1.5m.) (cinta metálica ocasional) (10 días)*

DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA	<b>CASTROVIRREYNA COMPAÑIA MINERA S.A.</b> <b>MINA SAN GENARO</b>	
Dis.: Ing. Rolando Ruiz R.	CLASIFICACIÓN GEOMECANICA, DISTRIBUCIÓN DEL SOPORTE Y PROYECCIÓN ESTEREOGRAFICA LINEA 4 GAL. 635W VETA ALEJANDRO Nv.0 - SAN GENARO	PlanoN°: <b>04</b>
Geol.: Ing. Rolando R. R.		
Rev.: Ing. Carlos Vallejo	Escala: 1/500	Fecha: Julio del 2001
Aprob.: Ing. E. Calderón		



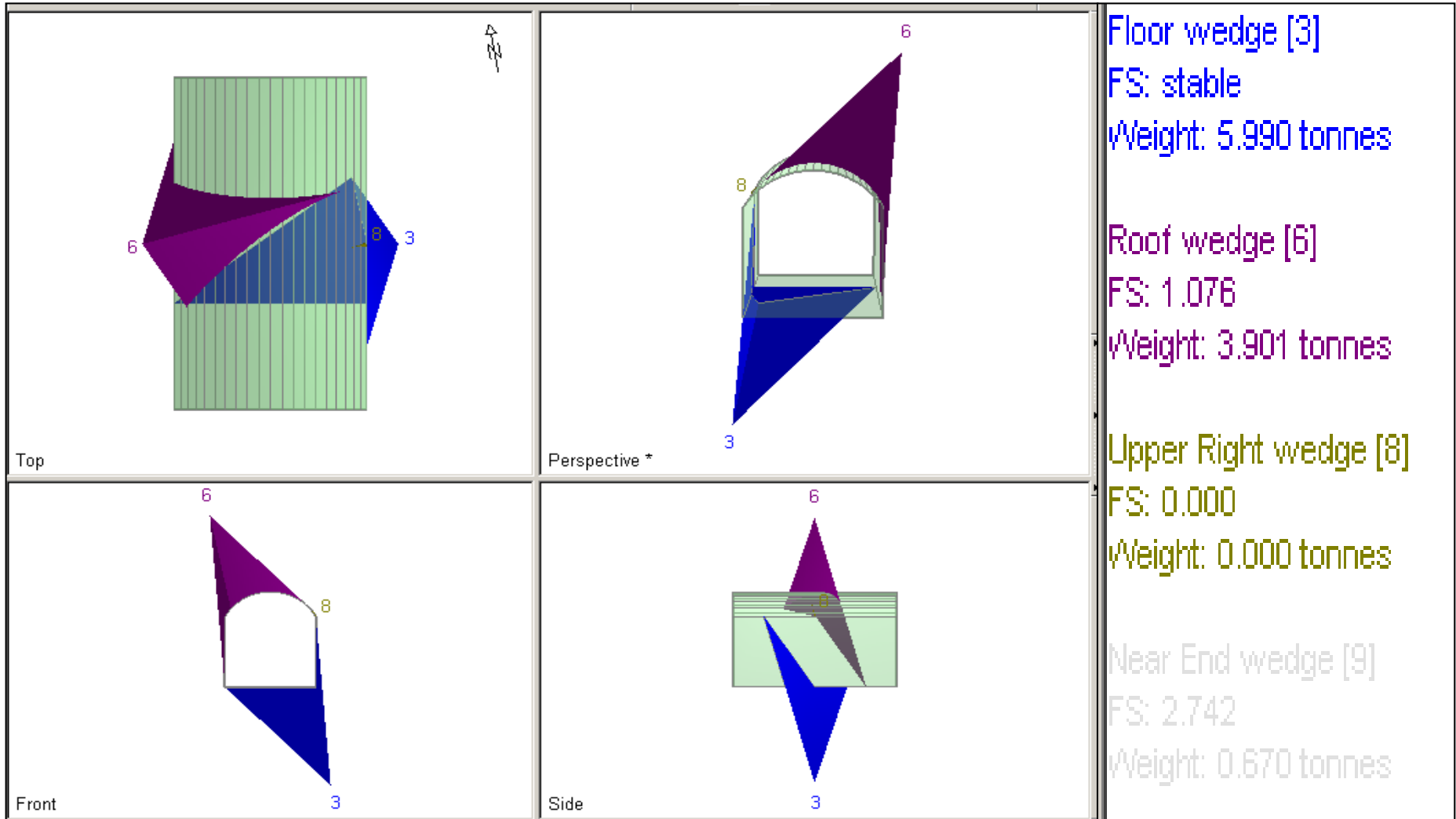
**Observaciones:**  
\* Se observa un fuerte fracturamiento sub horizontal en el techo

LEYENDA (Labores de 2.1 x 2.4 m.)	
	MF/MP Cuadro de Madera (Inmediato)
	ME/R Perno Sistemático 1.5x1.5 (3P./1.5m.) (cinta metálica ocasional) (10 días)

DEPARTAMENTO DE GEOMECANICA	<b>CASTROVIRREYNA COMPAÑIA MINERA S.A. MINA SAN GENARO</b>	
Dis.: Ing. Rolando Ruiz R.	CLASIFICACIÓN GEOMECANICA, DISTRIBUCIÓN DEL SOPORTE Y PROYECCION ESTEREOGRAFICA LINEA 5 Xc 720S Nv.70	PlanoN°: <b>05</b>
Geol.: Ing. Rolando R. R.		
Rev.: Ing. Carlos Vallejo	Escala: 1/500	Fecha: Agosto del 2001
Aprob.: Ing. E. Calderón		

# LINEA 1 CX-500 Nv-170

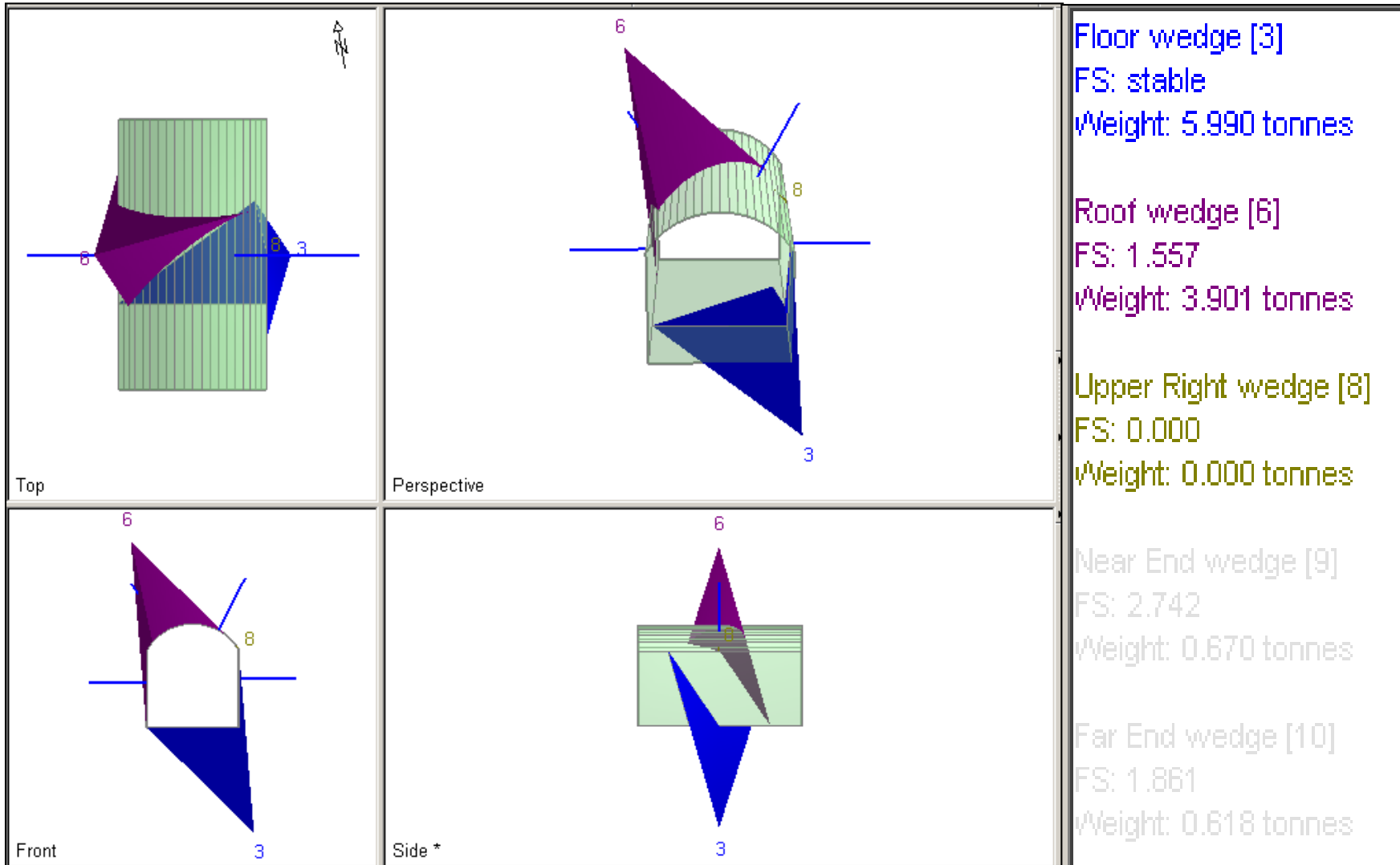
## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



Obsérvese la Cuña N° 06 que presenta un factor de seguridad menor a 1.3 considerándose inestable, el cual requiere de un elemento de soporte para ser estabilizado

# LINEA 1 CX-500 Nv-170

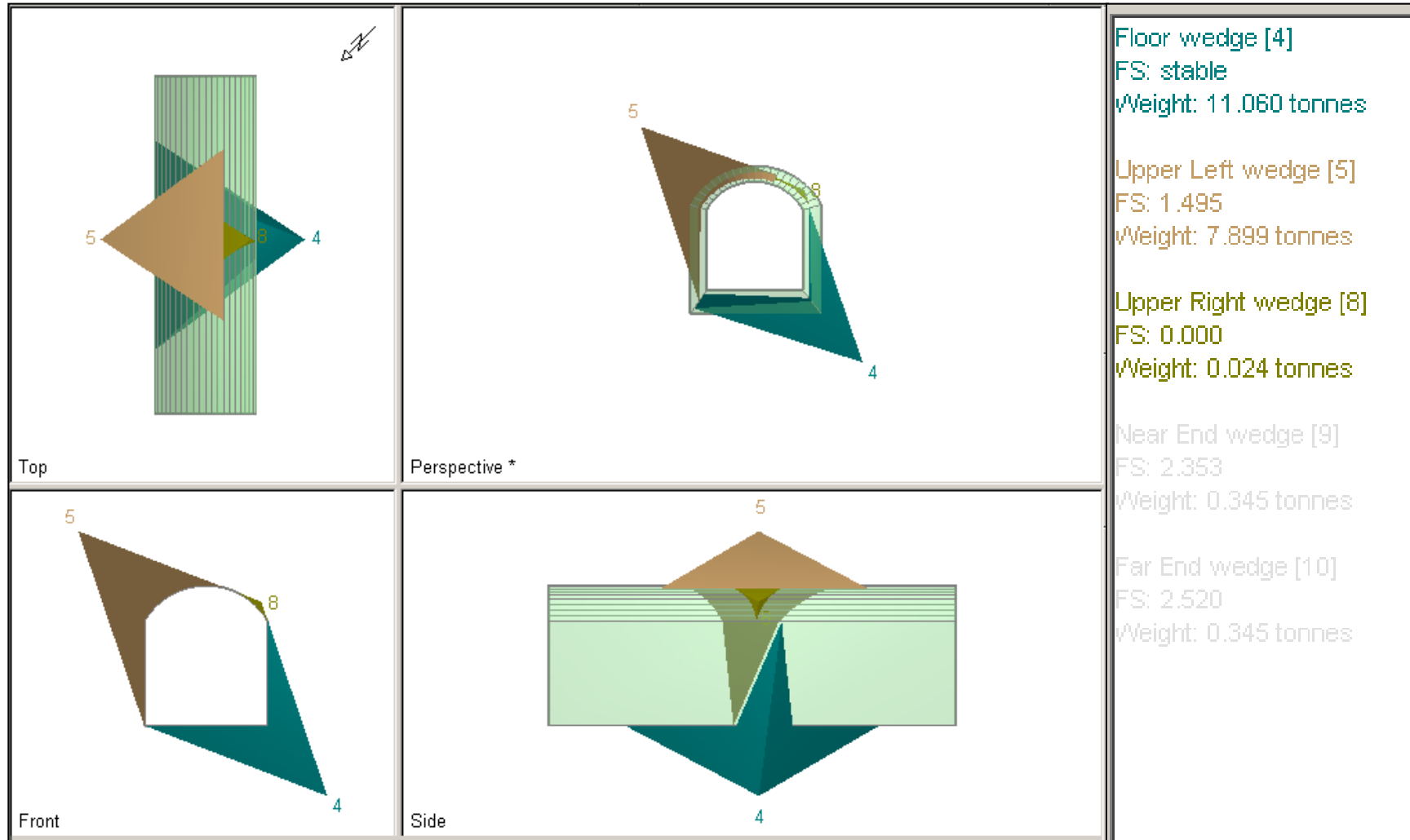
## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



En este caso se tiene la misma simulación pero agregando pernos de cabeza expansiva con lo cual hemos estabilizado la cuña N° 06 siendo ahora su factor de seguridad superior a 1.3

# LINEA 2 Gal-906 Nv-230

## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS

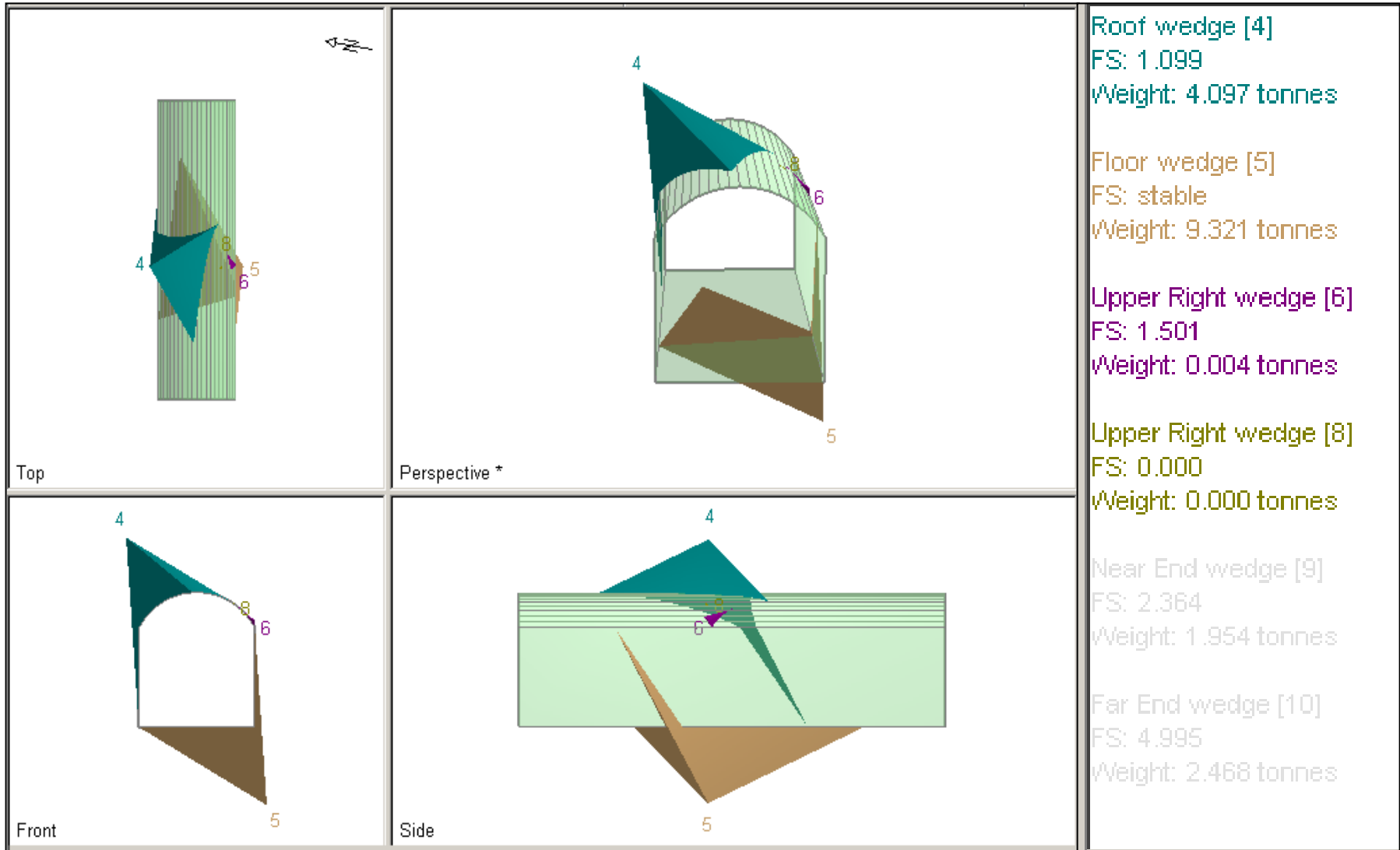


Se tiene la formación de tres cuñas de los cuales la N° 8 es inestable siendo esta de dimensiones reducidas el cual puede ser eliminada con un simple desate o con la colocación de pernos ocasionales direccionados.



# LINEA 3 Gal-906 Nv-230

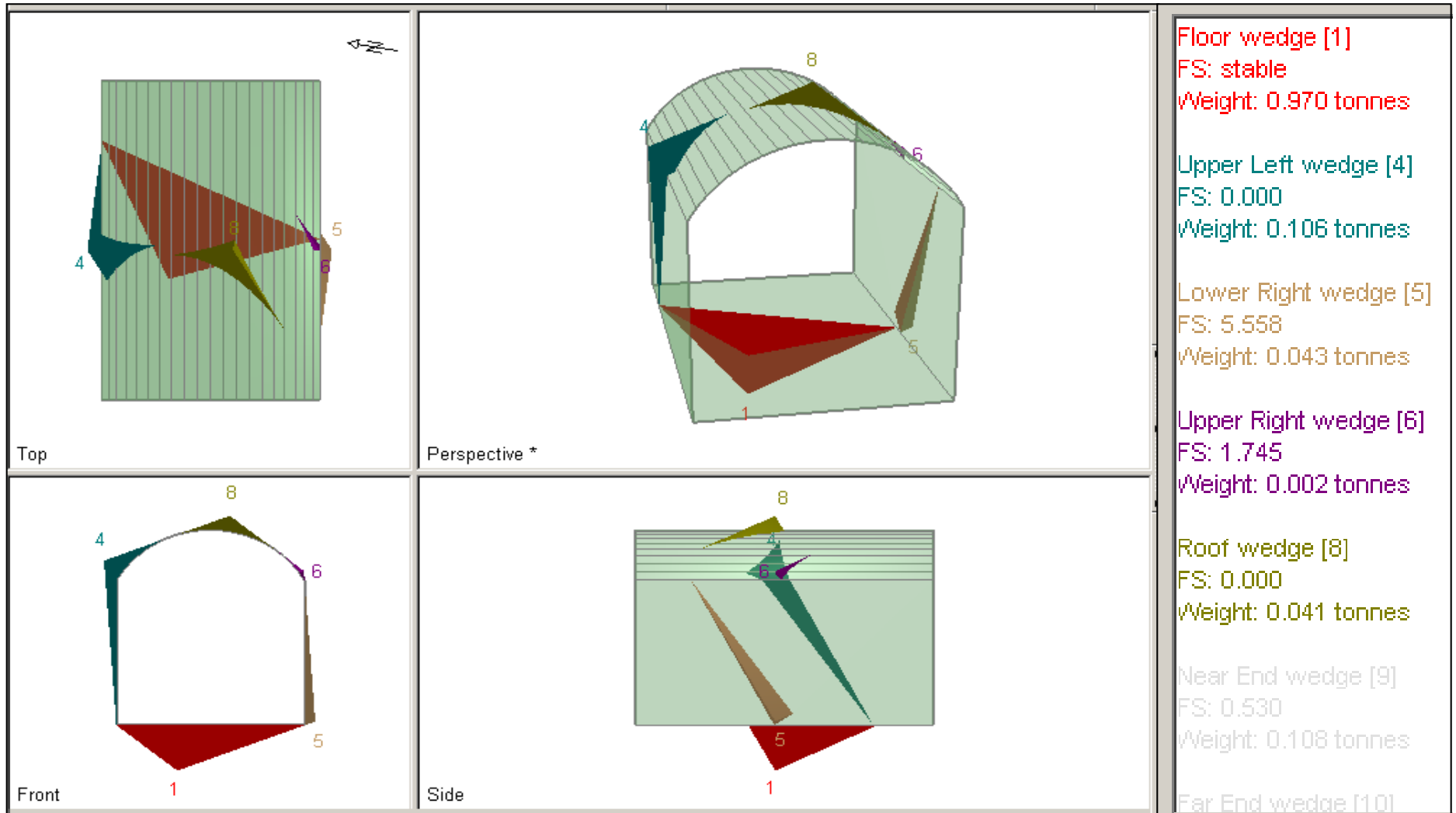
## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



En esta labor se determino 4 sistemas de fracturas analizándose acá las tres primeras observándose la formación de dos cuñas inestables 4 y 8 siendo la 8 una cuña pequeña que puede ser eliminada con desate.

# LINEA 3 Gal-906 Nv-230

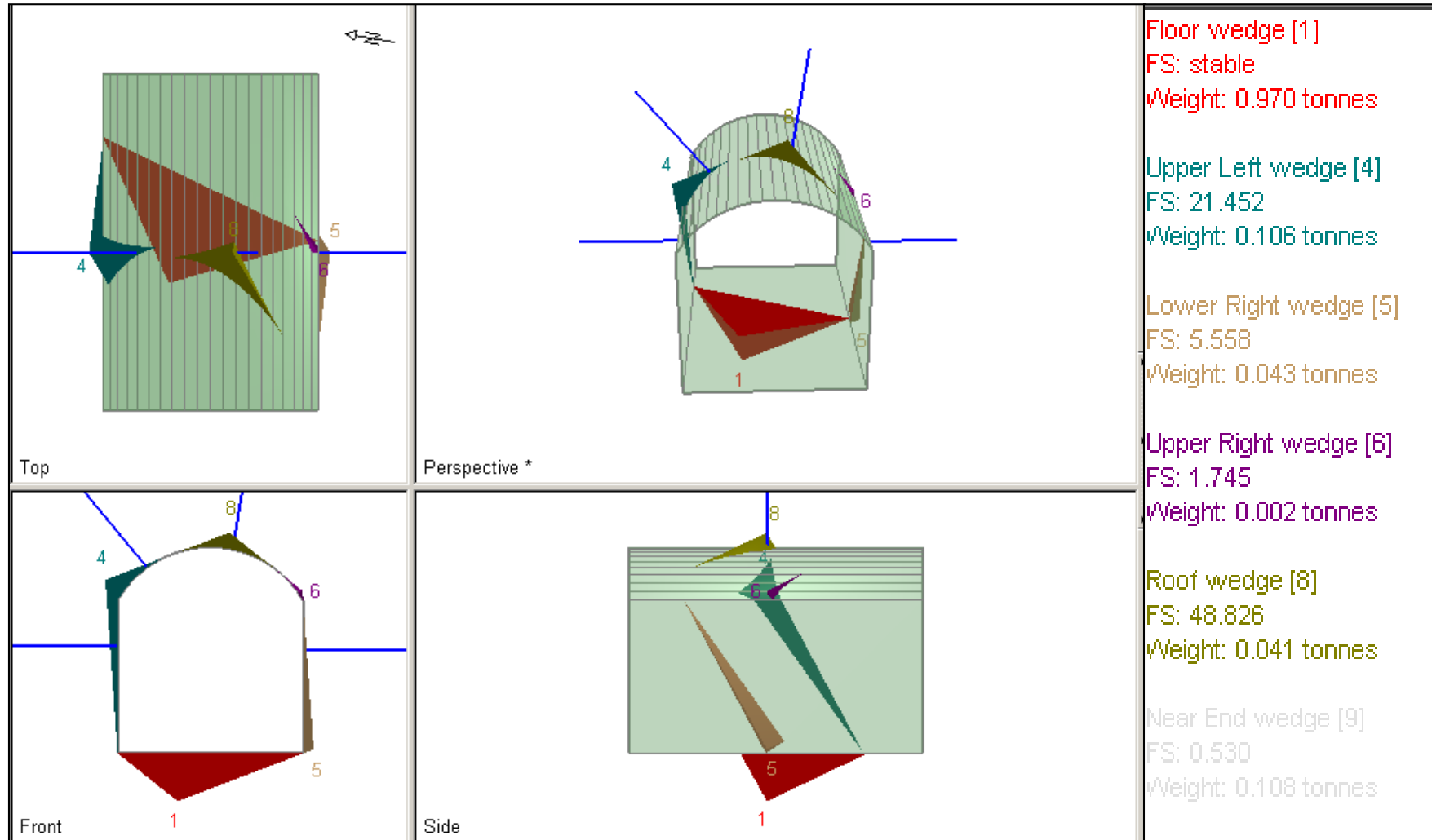
## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



En este análisis se toma otra combinación de sistemas de fracturas para la determinación de cuñas inestables, identificándose las cuñas 4 y 8

# LINEA 3 Gal-906 Nv-230

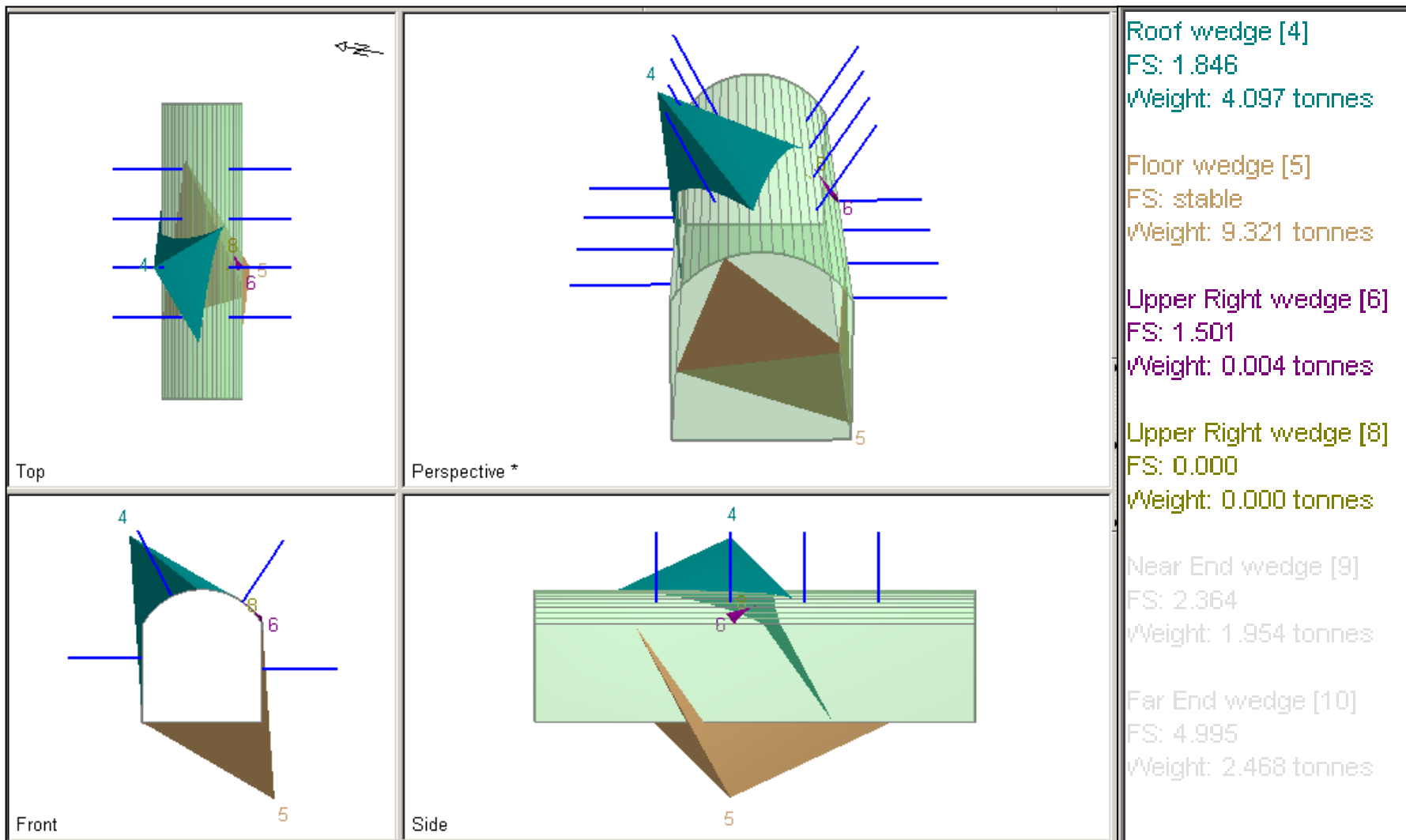
## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



Se observa que las cuñas han sido estabilizadas con pernos de cabeza expansiva los cuales fueron direccionados hacia las cuñas para estabilizarlos

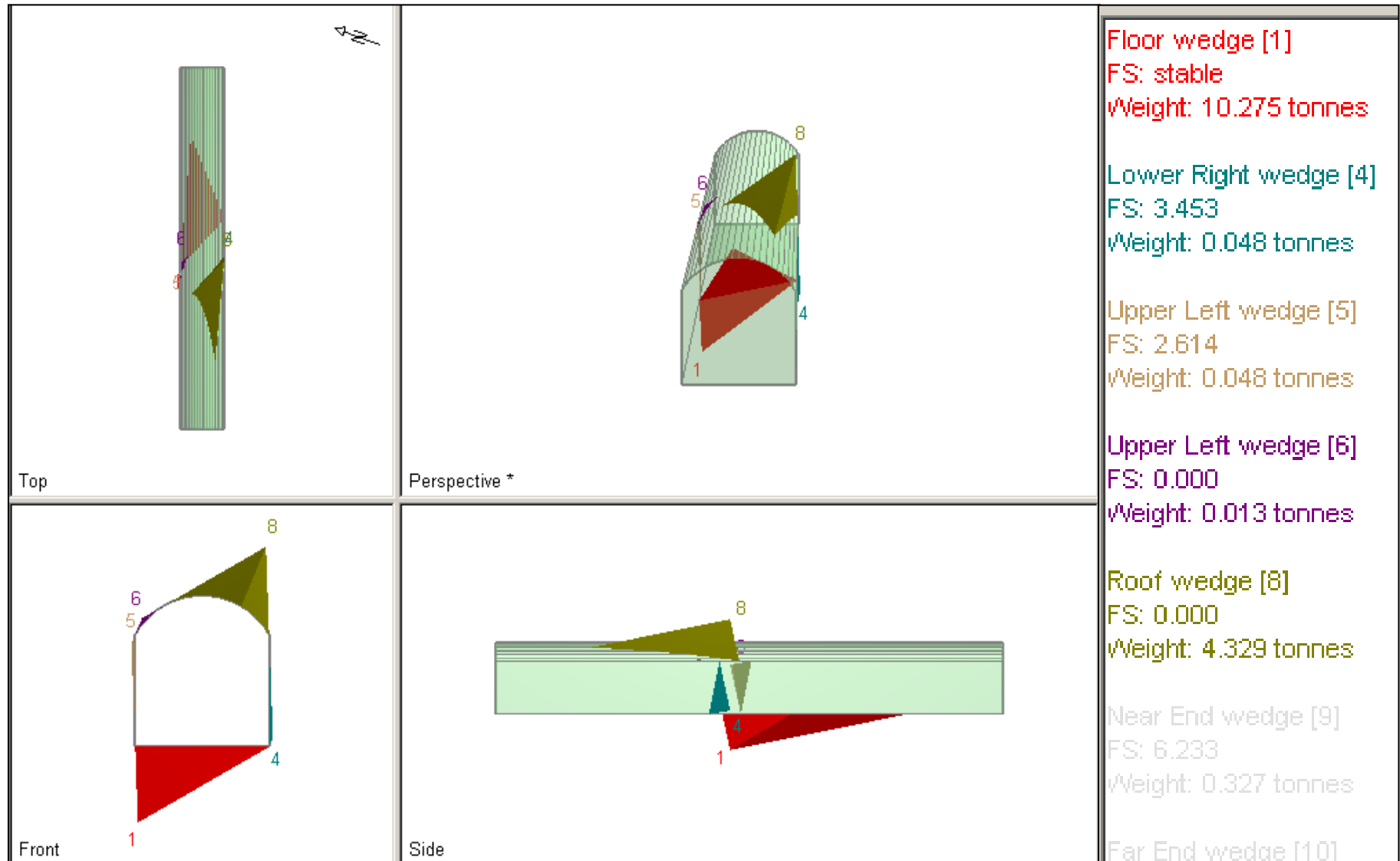
# LINEA 3 Gal-906 Nv-230

## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



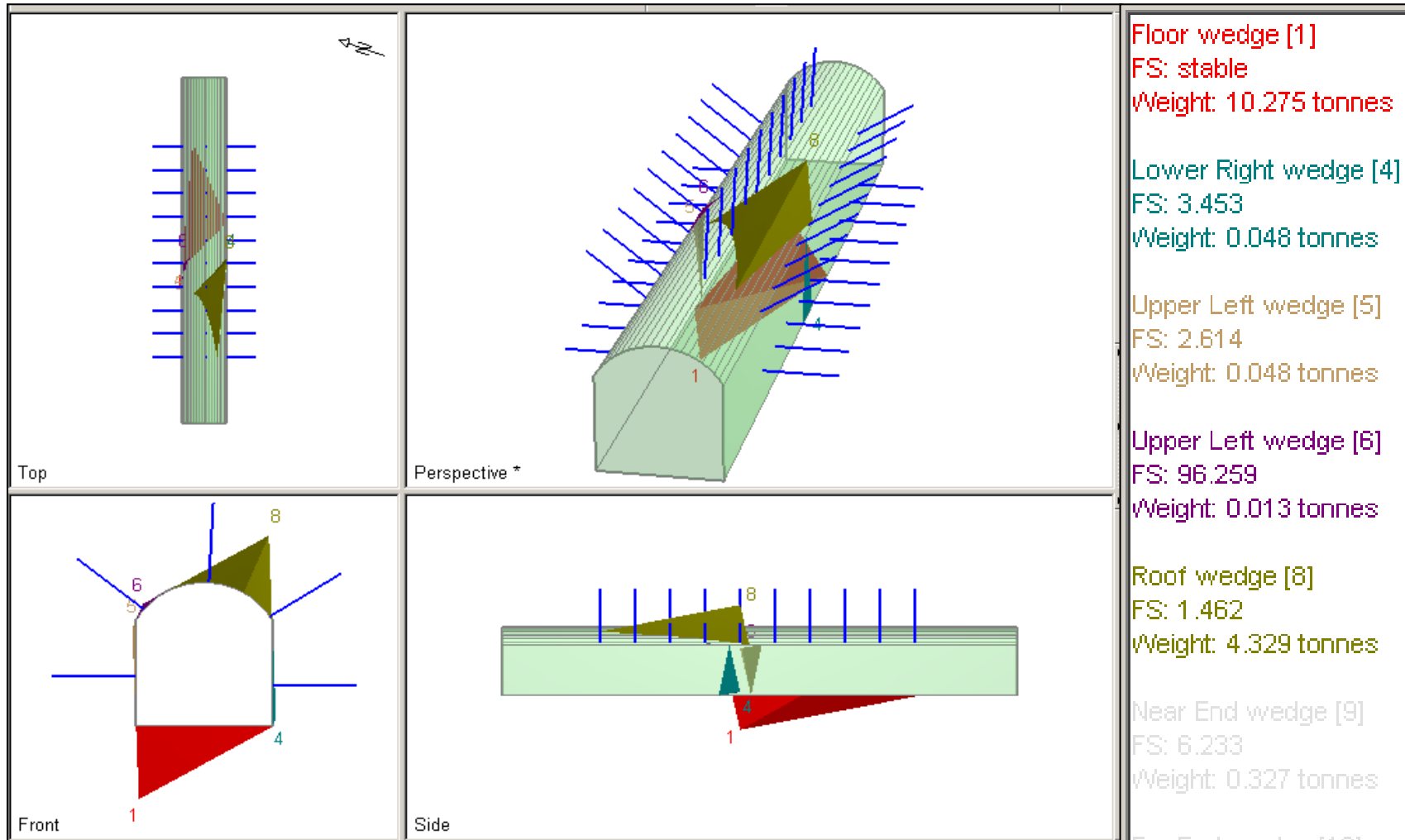
Simulando con la colocación de pernos de cabeza expansiva se logra controlar la cuña N° 04 demostrando así la funcionalidad de los pernos usados en la Mina San Genaro

# LINEA 4 Gal-635 Nv-0 o S.G. ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



Se observa la formación de una cuña inestable que es sub-paralela a la labor con un factor de seguridad igual a cero teniendo una muy alta probabilidad que falle

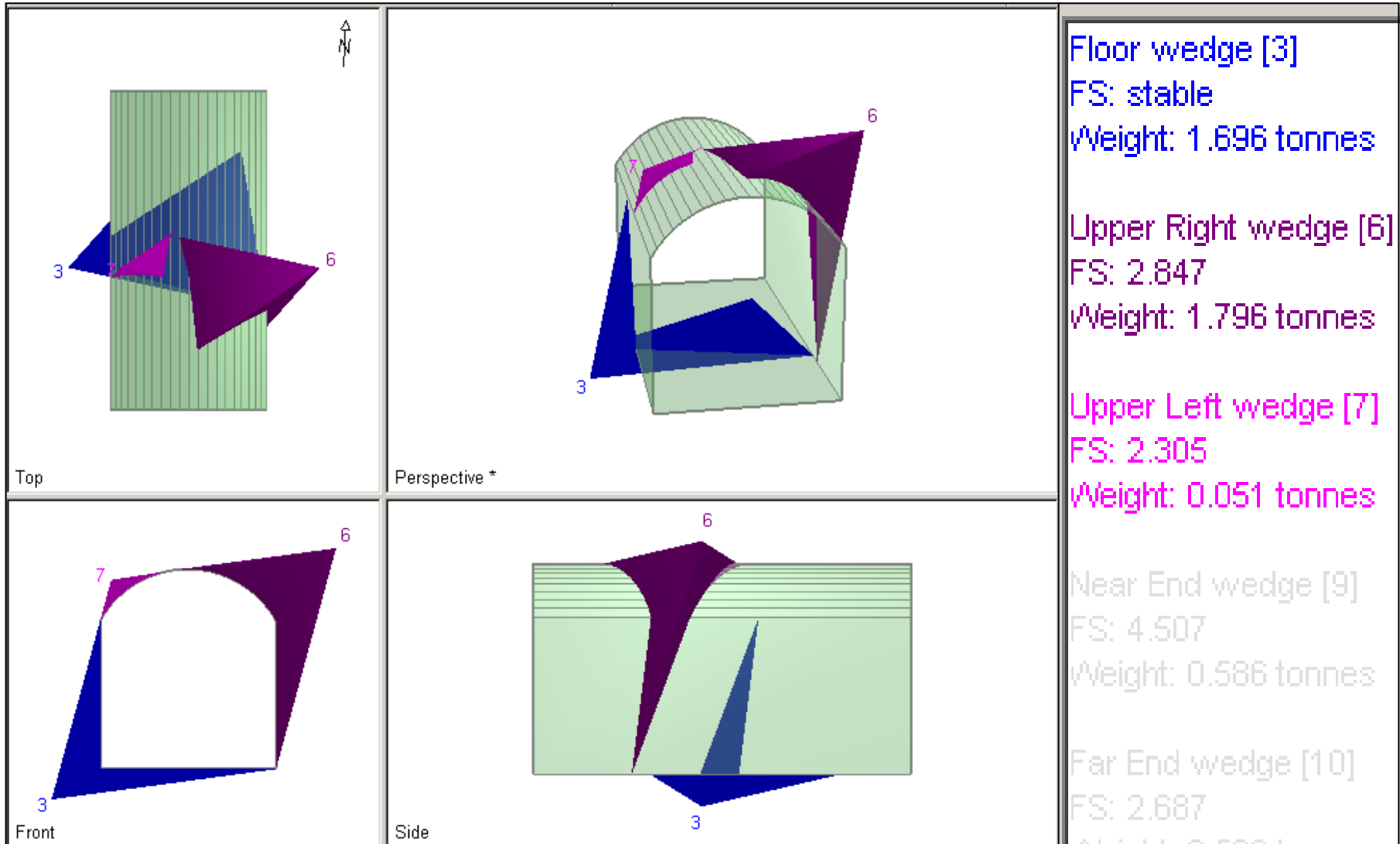
# LINEA 4 Gal-635 Nv-0 o S.G. ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



Se simulo con una malla de empernado espaciado a 1.3 mts. observándose que el factor de seguridad subió a 1.462 siendo mayor a 1.3

# LINEA 5 CX-720s Nv-070

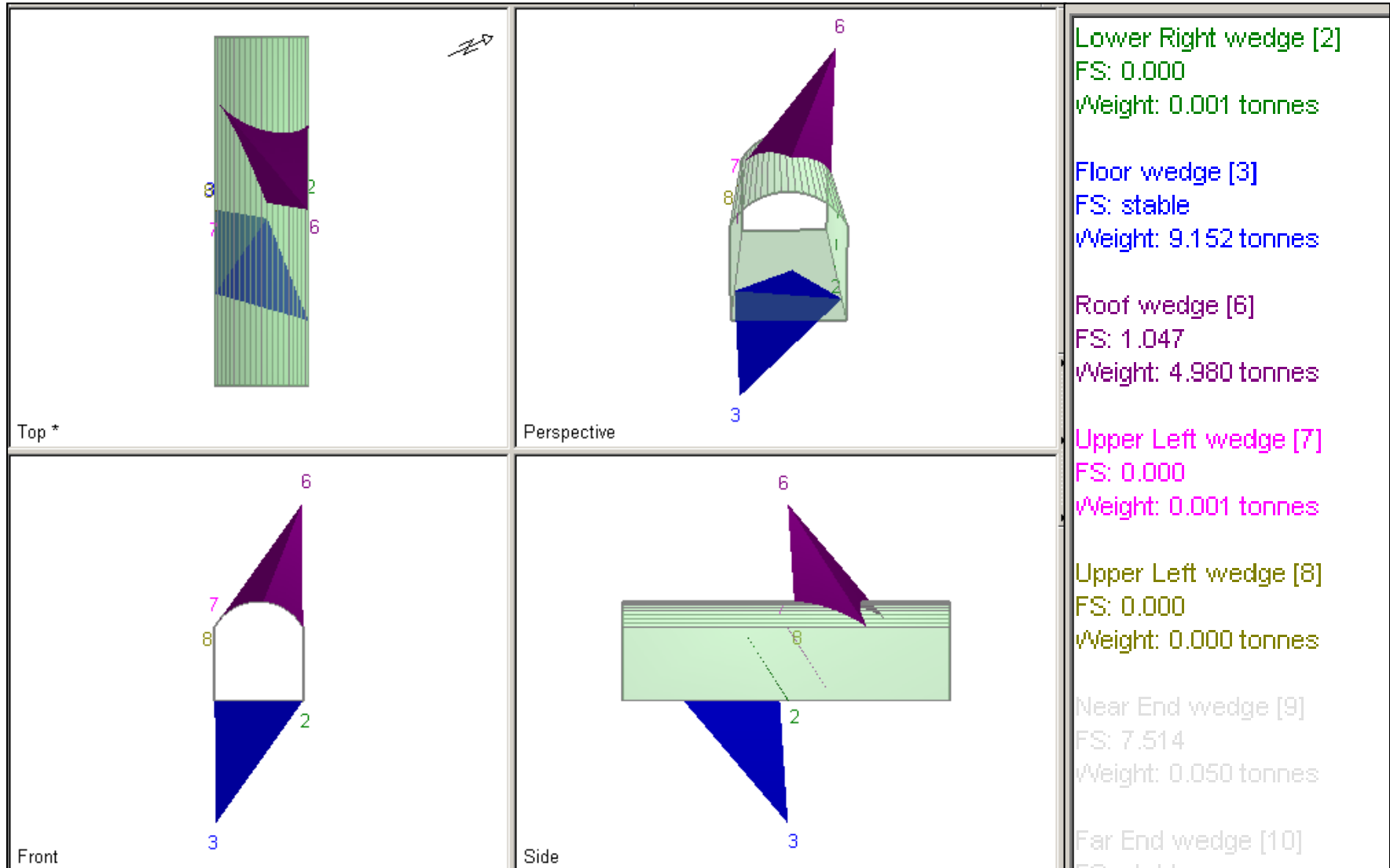
## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



Del análisis realizado podemos observar que todas las cuñas formadas resultan ser estables

# LINEA 6 GAL-204 Nv-070

## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS

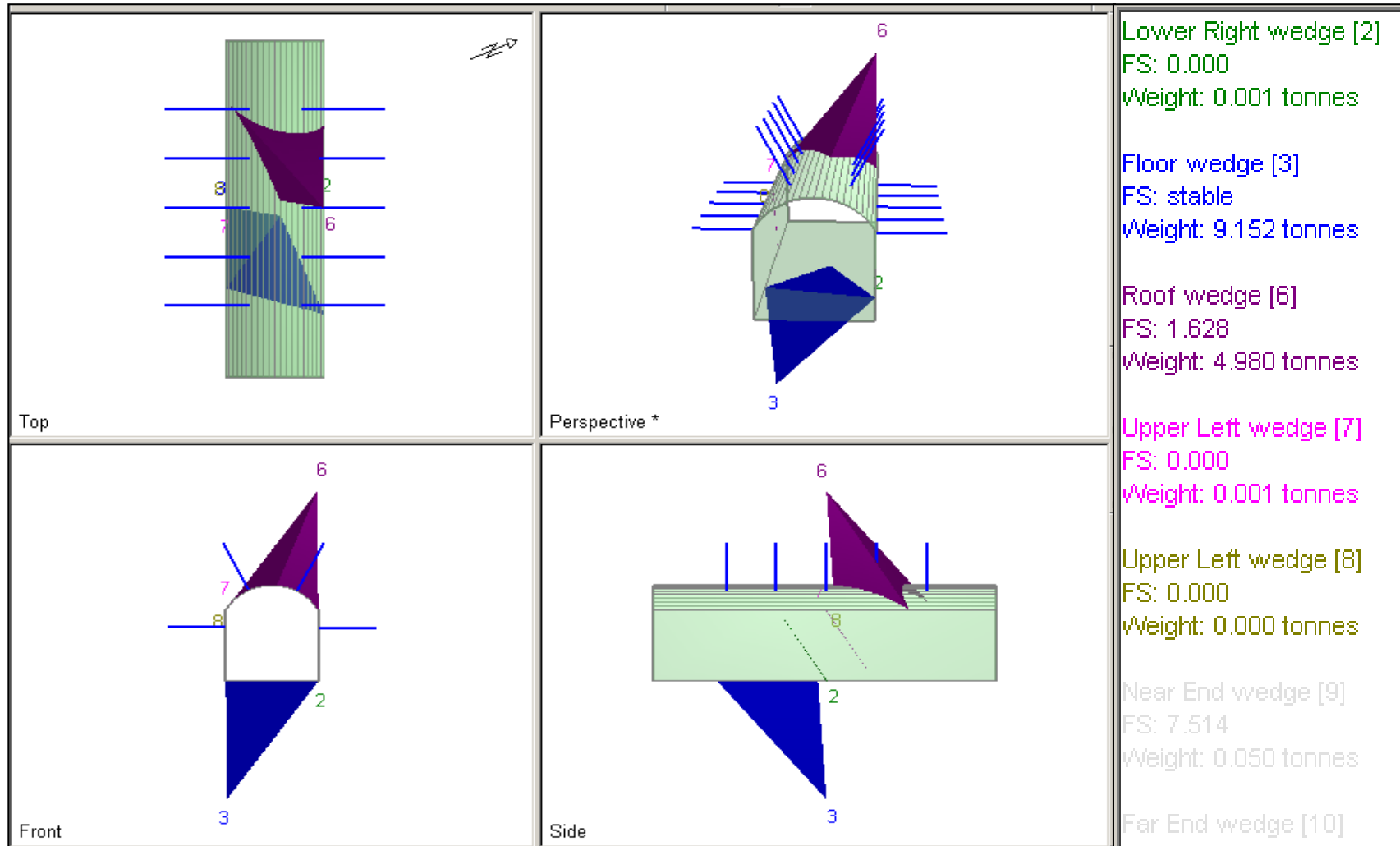


Del gráfico podemos observar que las cuñas 2, 6, 7 y 8 son inestables pero solo consideraremos la cuña 6 ya que las otras son pequeñas como para considerarlas inestables que en realidad solo se trataran de pequeños bloques que pueden ser estabilizados con desate



# LINEA 6 GAL-204 Nv-070

## ANALISIS DE ESTABILIDAD DE CUÑAS



Acá también se simuló con una malla de empernado a 1.3 x 1.3 m. con pernos de cabeza expansiva de 1.5 mts. de longitud, obteniéndose como resultado que el factor de seguridad está por encima de 1.3

## FOTO N°1



En esta foto se puede observar el sostenimiento sistemático con pernos de anclaje en un macizo rocoso MF/R espaciados a 1.5 x 1.5 m. distribuidos en forma de cocos.

## FOTO N°2



Sostenimiento con cuadros de madera en una zona donde el macizo rocoso es MF/P en esta labor se pudo haber empleado el sostenimiento con pernos de anclaje sistemático espaciados 1.0 x 1.0 m. con malla electrosoldada.

## FOTO N°3



Sostenimiento con Perno y malla electrosoldada en un macizo rocoso MF/P

## FOTO N°4



Sostenimiento con Perno de madera y plantilla de madera en una labor antigua  
este sostenimiento fue aplicado entre los años 50 del siglo pasado