



Comisión Federal de Electricidad®

*Gerencia de Estudios de
Ingeniería Civil*

La Importancia de los Núcleos Orientados en Geotecnia

*Moisés Dávila Serrano
19 de octubre de 2023*

CONTENIDO

➤ Temario

1. Por qué es importante orientar los núcleos en geotecnia
2. Formas más comunes de obtener datos estructurales de núcleos
3. Metodología de orientación de núcleos
4. Conclusiones

1. Por qué es importante orientar los núcleos en geotecnia
2. Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo
3. Metodología de orientación de núcleos
4. Conclusiones

Por qué es importante orientar los núcleos en geotecnia

La orientación de testigos debe ser parte del proceso de investigación geotécnica. Es una actividad asociada a la perforación con diamante. La muestra extraída se denomina testigo o núcleo. El núcleo es una valiosa fuente de información para identificar familias de discontinuidades (fallas, fracturas, diaclasas, contactos, etc) o discontinuidades importantes en lo individual.

1. Permite conocer la orientación precisa de discontinuidades de interés.
2. Posibilita extender las tendencias de familias de discontinuidades observadas en superficie o comprobar cambios en de éstas en subsuelo
3. Permite estimar la validez del RQD cuando hay paralismo entre alguna familia de discontinuidades y la dirección del sondeo
4. Gracias a la información detallada que proporciona la orientación de testigos, los recursos se optimizan y se mejora la rentabilidad de la perforación a diamante.

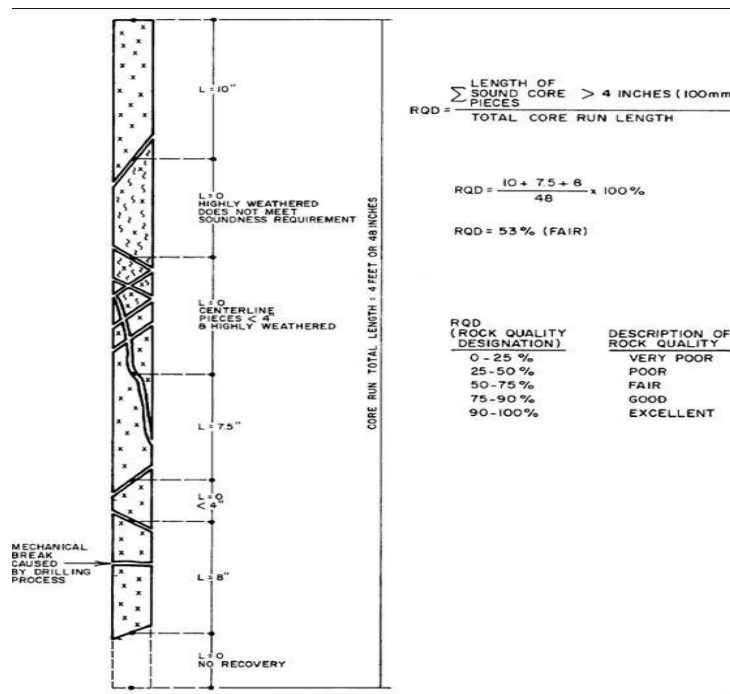


1. Por qué es importante orientar los núcleos en geotecnia
2. Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo
3. Metodología de orientación de núcleos
4. Conclusiones

Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

1. Levantamiento tradicional y RQD

Se cuantifican las discontinuidades pero no se aspira a conocer su orientación.



Don U. Deer, 1989

Diferencias entre RQD y RQD Volumétrico (Jv)

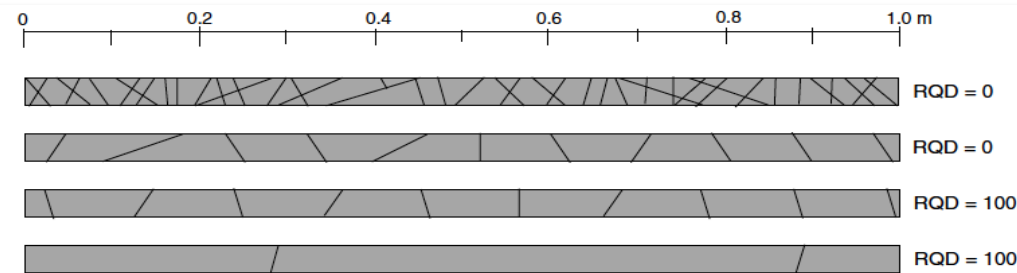


Fig. 11. Examples of minimum and maximum values of RQD for various joint densities along drill cores (from Palmstrom, 2001).

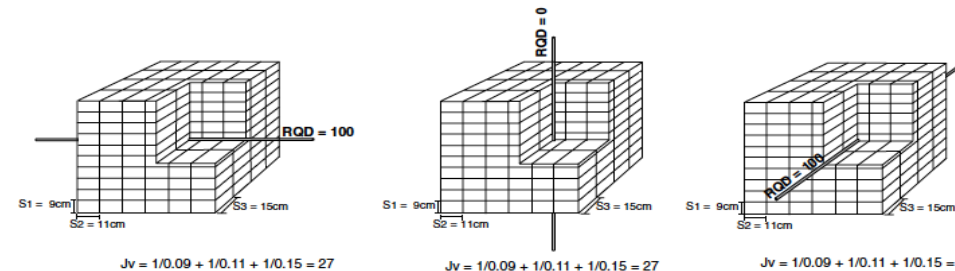


Fig. 12. Three boreholes penetrate the same rock mass in different directions. As seen, the RQD can be both 0 and 100.

Palmstrong, 2005.

DESVENTAJAS. No se conoce la orientación de las discontinuidades y familias. No se estima el sesgo por paralelismo discontinuidades-dirección del barreno. No se puede ponderar por Terzaghi (espaciamientos reales de familias).

Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

2. Orientación manual

Condiciones:

1. Levantamiento preferentemente en la media caña. En su defecto, el acomodo en las cajas debe ser con sumo cuidado y la Línea de Referencia visible.



Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

2. Orientación manual

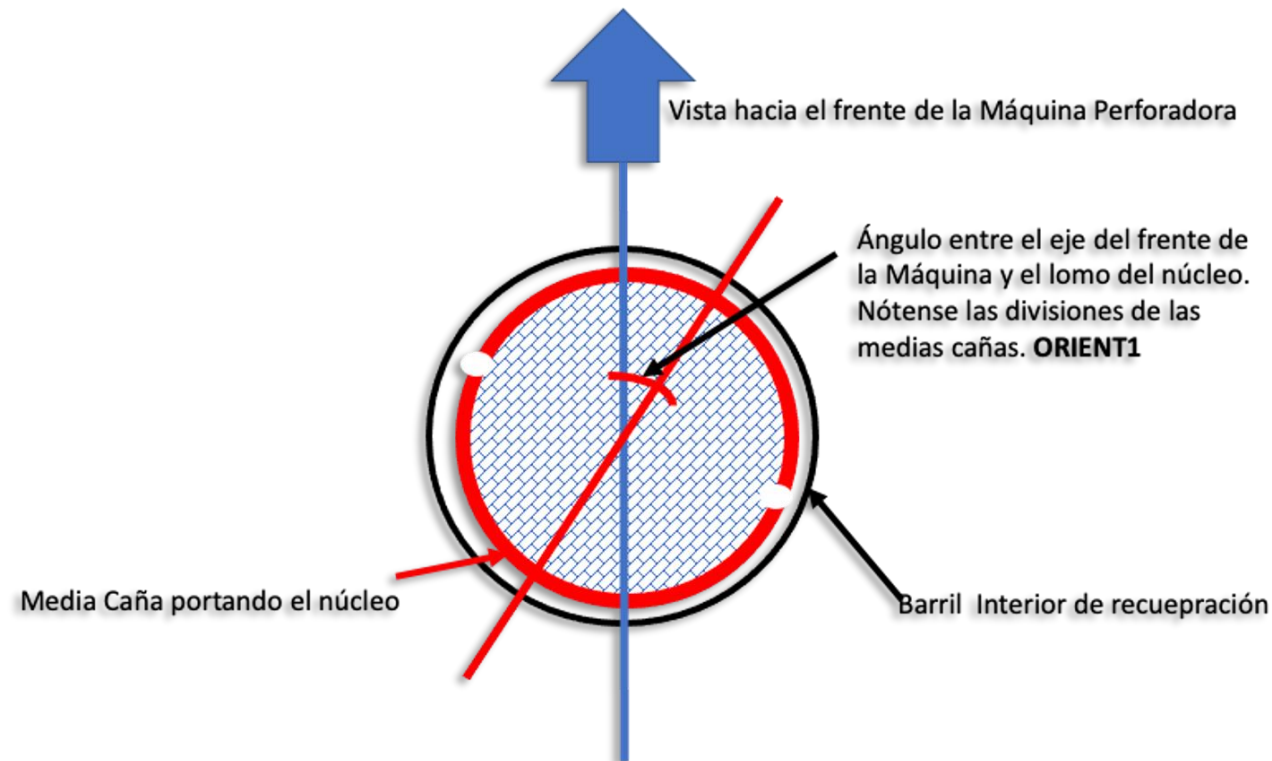
Condiciones:

2. Marcado de la línea de referencia en el núcleo.



Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

2. Orientación manual



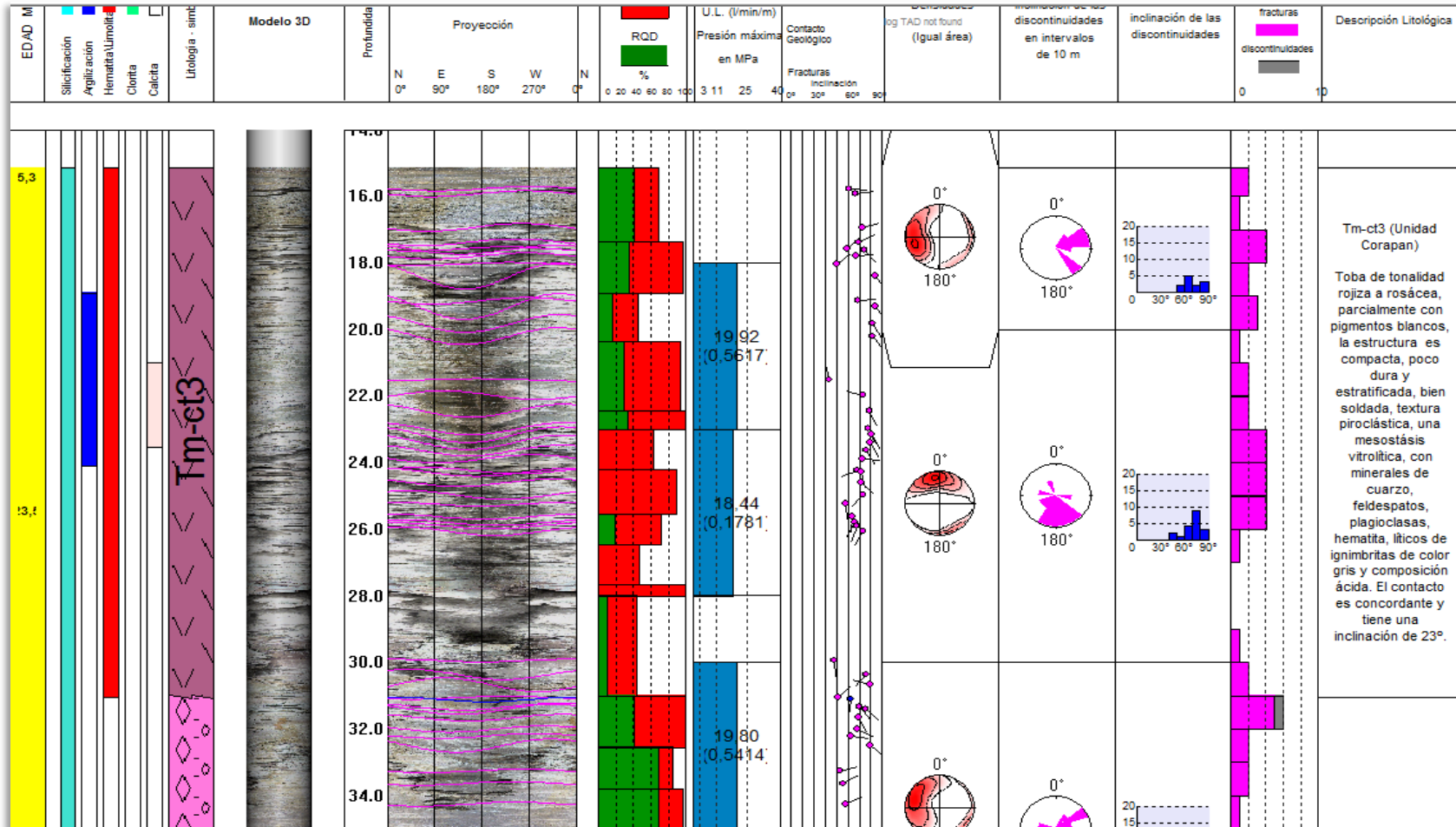
Condiciones:

3. Referencia entre el Barril Interior y la Media Caña.
4. Orientación de la Máquina Perforadora y su relación con la Referencia del Barril Interior.

DESVENTAJA. Laborioso y poco preciso

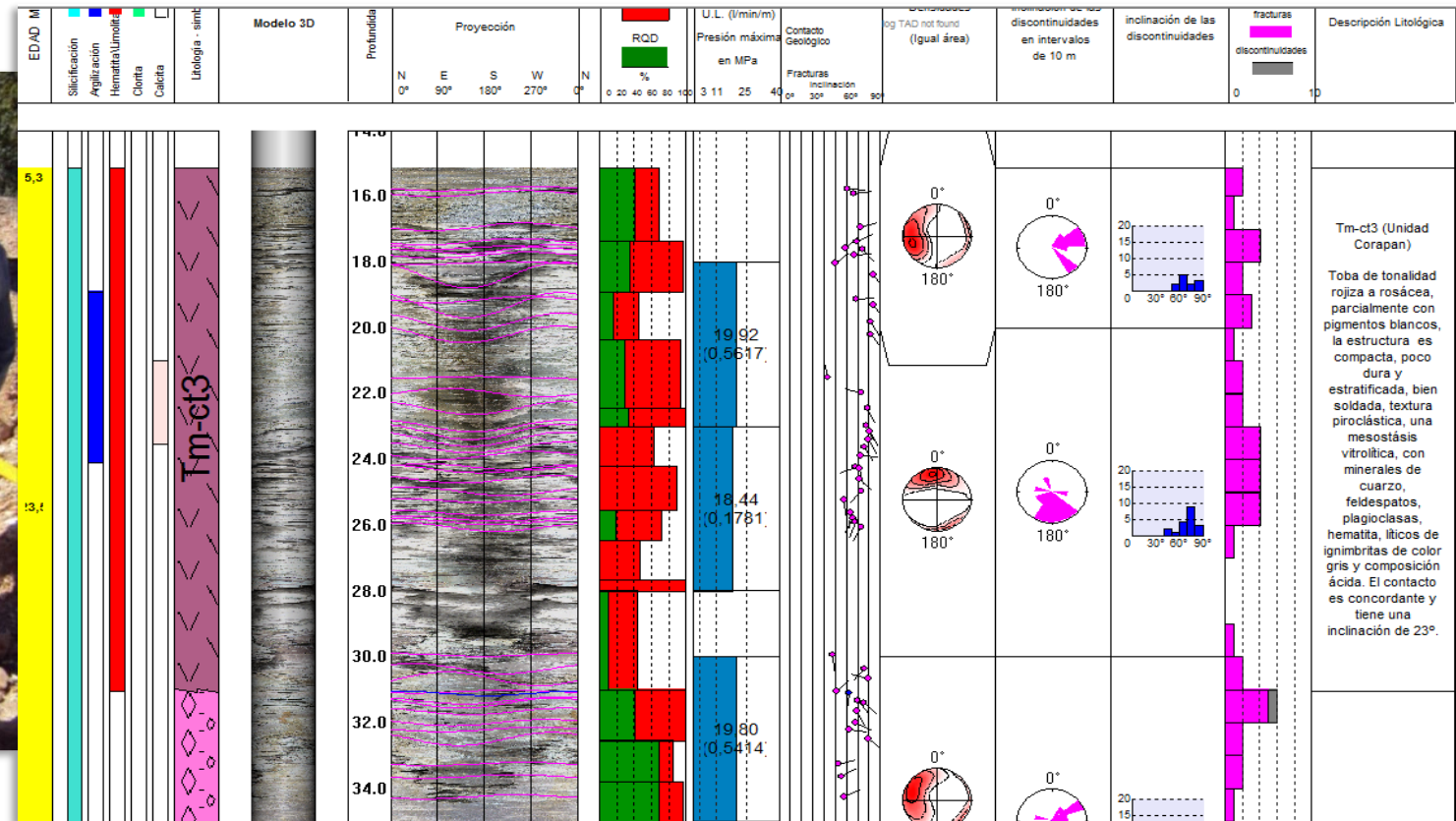
Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

3. Televiewer



Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

3. Televiewer

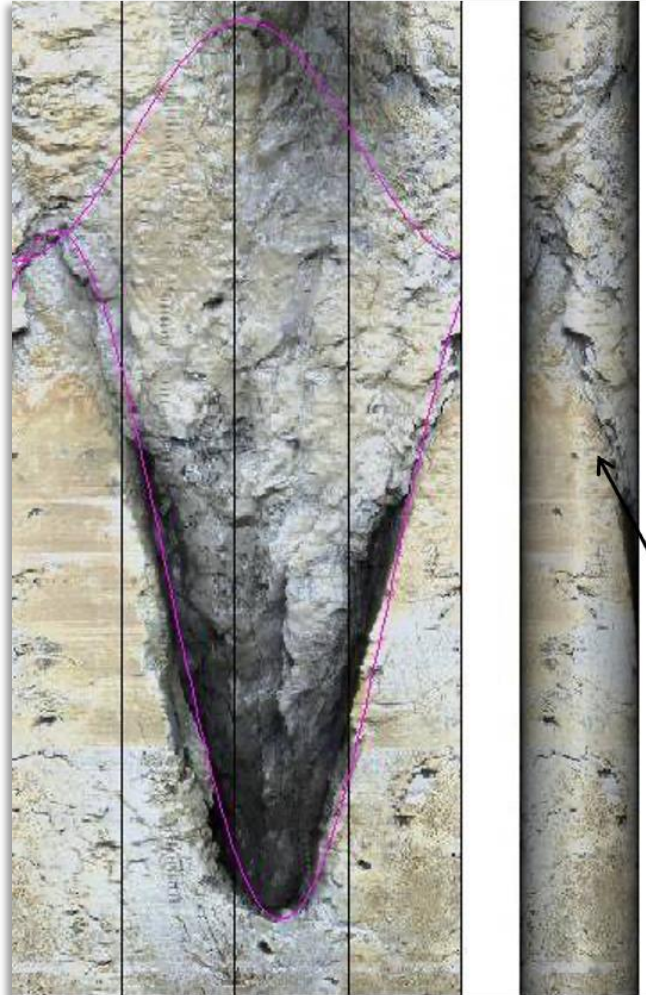


Tm-ct3 (Unidad Corapan)
 Toba de tonalidad rojiza a rosácea, parcialmente con pigmentos blancos, la estructura es compacta, poco dura y estratificada, bien soldada, textura piroclástica, una mesostásis vitrolítica, con minerales de cuarzo, feldespatos, plagioclasas, hematita, líticos de ignimbritas de color gris y composición ácida. El contacto es concordante y tiene una inclinación de 23°.

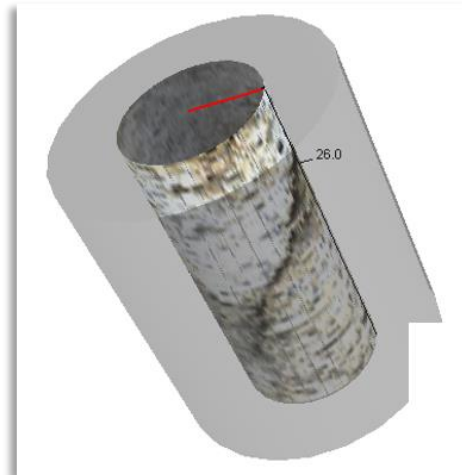
Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

3. Televiewer

Análisis de las imágenes



Falla geológica



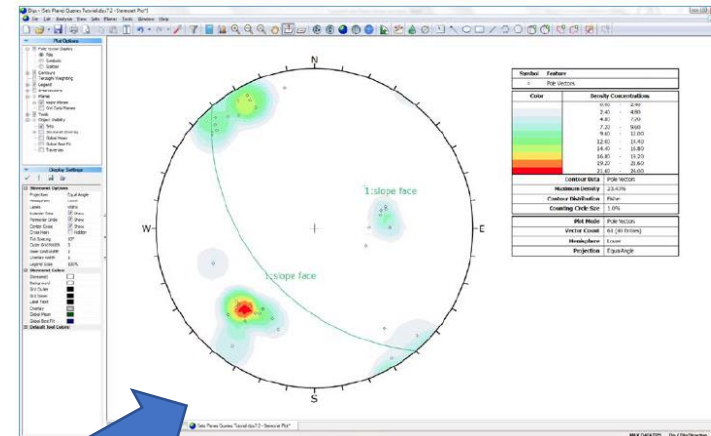
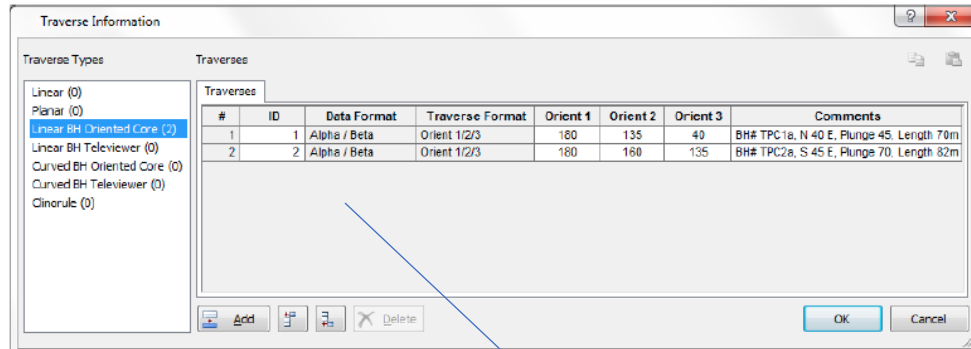
DESVENTAJA. Difícil relacionar datos individuales entre imagen y estereograma. Riesgo de interpretación automatizada.

Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo

4. Orientación del portante del núcleo

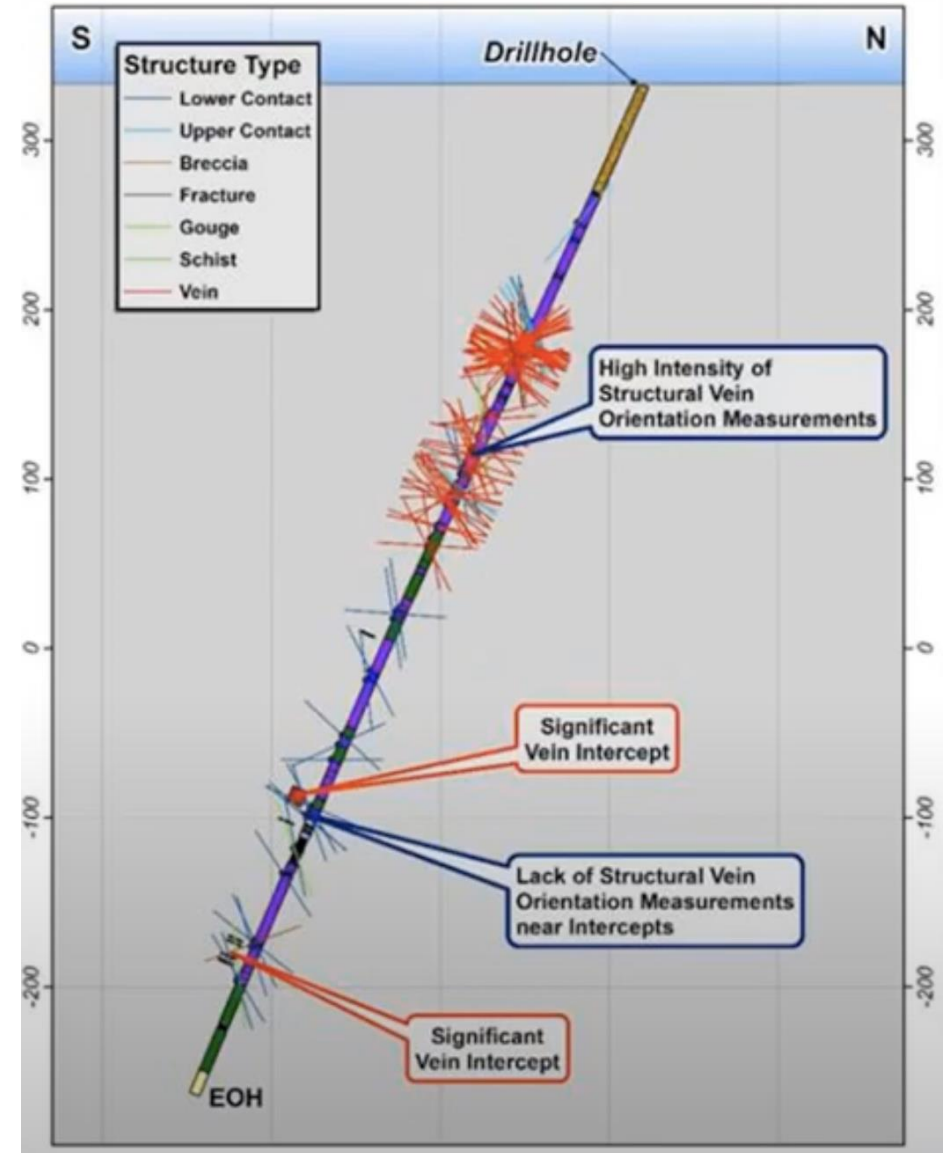
Traverses

Let's inspect the Traverse Information. Select the **Traverses** button in the Project Settings dialog (the Traverses dialog is also available directly in the Analysis menu).



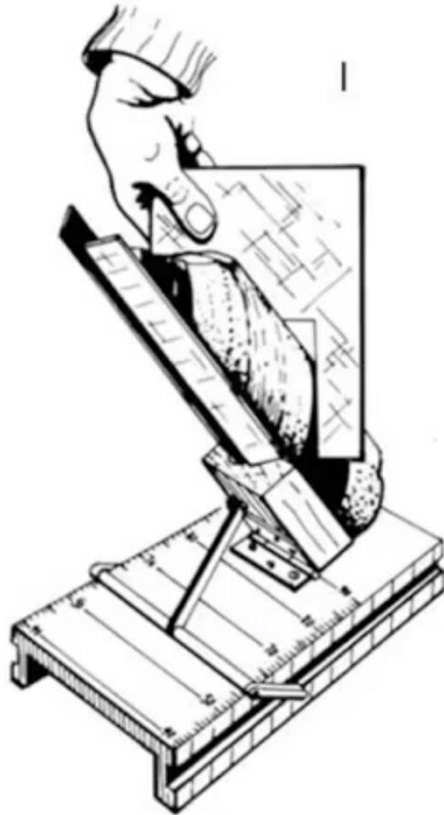
ID	Orient1	Orient2	Traverse	CORE POSITRM	INCC LNTNMM	NGI JA	NGI JR
1	72	19	1	35.10	0.10	1	1.5
2	3	234	1	35.36	0.26	3	1
3	6	37	1	35.45	0.09	1	3
4	6	87	1	35.50	0.05	2	3
5	16	113	1	35.58	0.07	1	2
6	18	29	1	36.88	0.11	1	3
7	10	18	1	35.59	0.11	2	3
8	10	18	1	35.92	0.13	1	3
9	17	117	1	36.05	0.11	3	2
10	17	117	1	36.13	0.13	2	2
11	20	248	1	36.35	0.11	4	1
12	18	245	1	36.35	0.11	3	1
13	18	245	1	36.37	0.11	3	1
14	9	234	1	36.56	0.10	3	1
15	9	234	1	36.67	0.11	3	1
16	82	23	1	36.76	0.09	1	2
17	12	253	1	36.82	0.06	3	1
18	12	253	1	36.88	0.06	3	1
19	1	14	1	36.95	0.09	2	3
20	1	14	1	37.09	0.10	1	3
21	15	239	1	37.17	0.11	3	1
22	15	239	1	37.29	0.11	3	1
23	13	34	1	37.42	0.13	2	3
24	13	34	1	37.55	0.14	1	2
25	9	13	1	37.69	0.14	2	3
26	13	253	1	37.83	0.13	3	1
27	13	253	1	37.93	0.10	3	1
28	24	165	1	38.02	0.09	1	2
29	24	165	1	38.14	0.12	2	2
30	12	240	1	38.27	0.15	4	1
31	33	160	1	38.35	0.06	1	3

1. Por qué es importante orientar los núcleos en geotecnia
2. Formas más comunes de obtener datos estructurales de subsuelo
3. Metodología de orientación del portante del núcleo
4. Conclusiones



Metodología de orientación del portante

El concepto es simple, el problema radica en conocer la orientación original del núcleo una vez traído a superficie



Geología estructural aplicada a las exploraciones. Explorock-Perú



Metodología de orientación del portante

Traverses.

Linear
Planar

Linear BH Oriented Core

Linear BH Televiewer
Curved BH Oriented Core
Curved BH Televiewer

Uso con Dips de Rocscience
(Traverse para Oriented Core)

Traverse Information

Traverse Types: Linear (1), Planar (0), Linear BH Oriented Core (0), Linear BH Televiewer (0)

Traverses

#	ID	Data Format	Traverse Format	Trend	Plunge	Comments
1	1	Strike (Right) / Dip	Trend / Plunge	120	30	Level 3,Stope 3.A,sublevel 310

Traverse Information

Traverse Types: Linear (1), Planar (2), Linear BH Oriented Core (0), Linear BH Televiewer (0), Curved BH Oriented Core (0)

Traverses

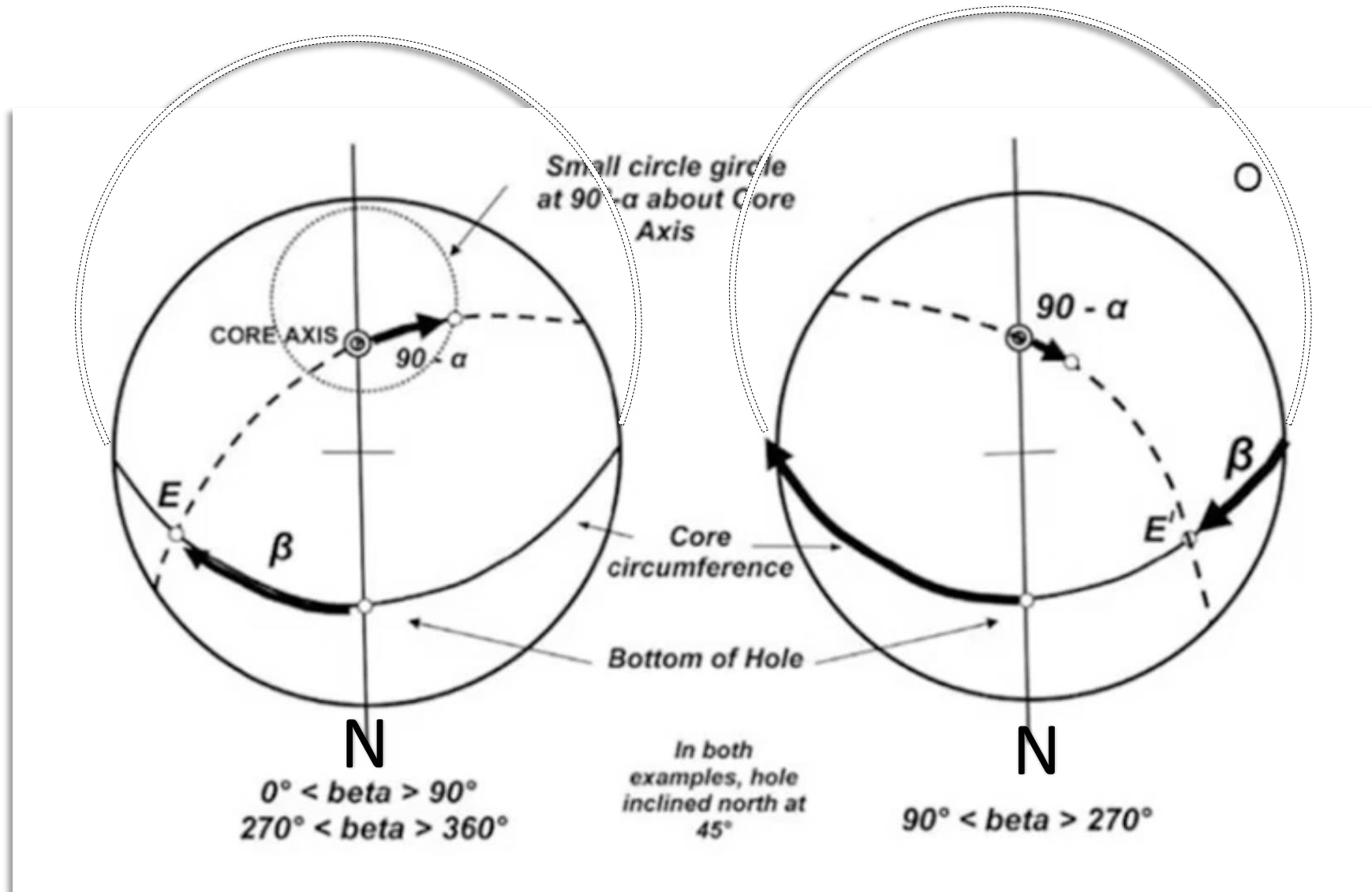
#	ID	Data Format	Traverse Format	Orient 1	Orient 2	Comments
1	2	Strike (Right) / Dip	Strike (Right) / Dip	100	10	Level 5,Stope 5.D roof before shrinkage
2	4	Dip / DipDirection	Dip / DipDirection	10	190	Level 5 Stope 5.D roof(aux data)

Traverse Information

Traverse Types: Linear (1), Planar (2), **Linear BH Oriented Core (1)**, Linear BH Televiewer (0)

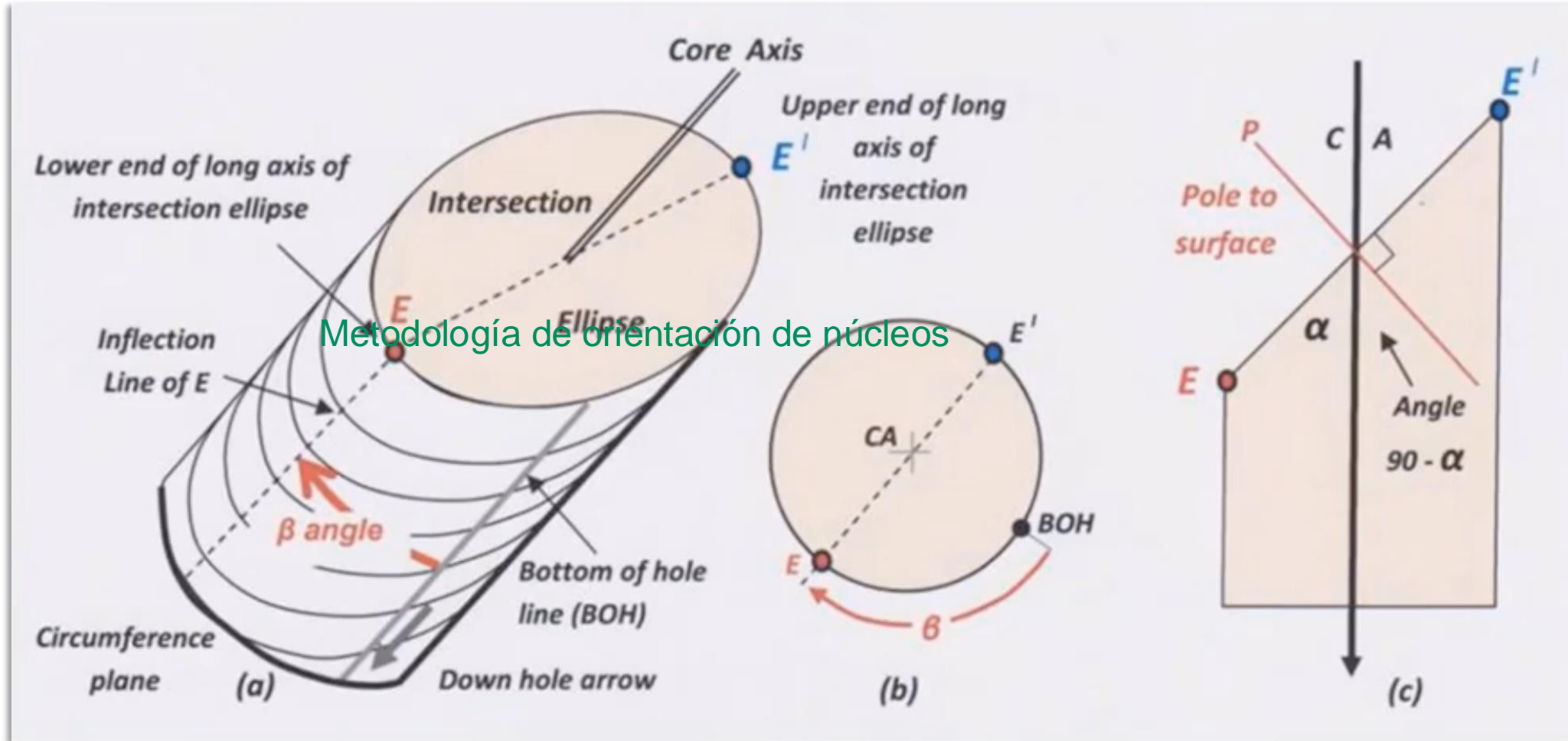
Traverses

#	ID	Data Format	Traverse Format	Orient 1	Orient 2	Orient 3	Comments
1	3	Alpha / Beta	Orient 1/2/3	20	145	120	borehole



Representaciones de los ángulos α y β estereográficamente

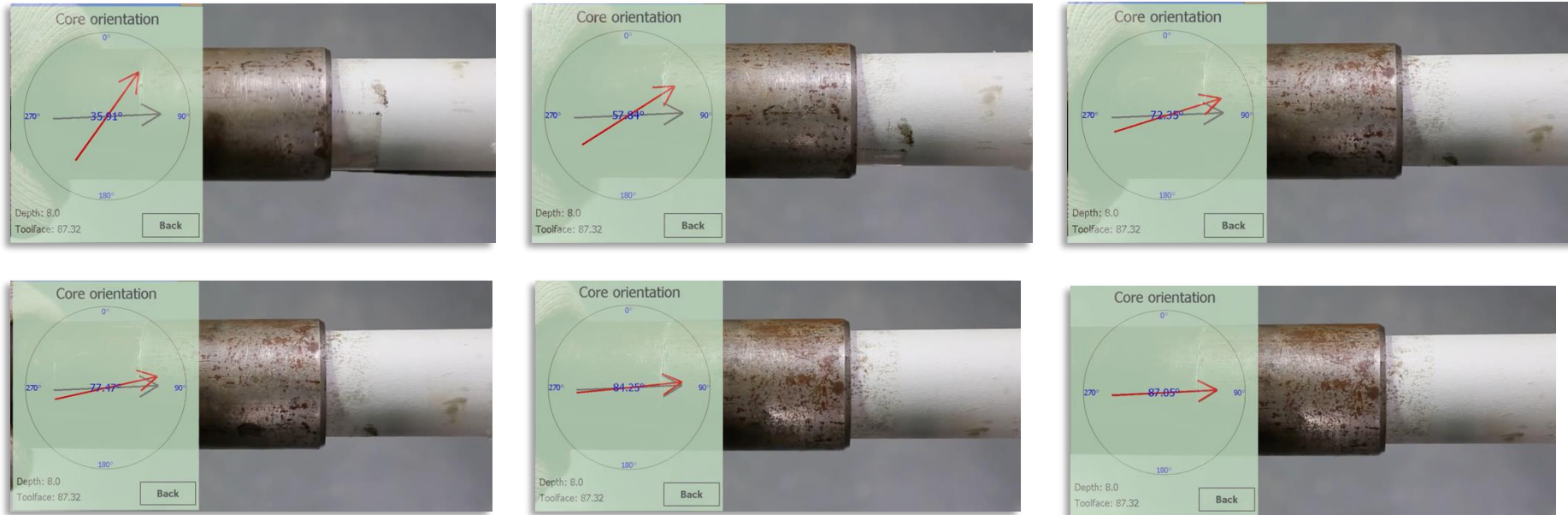
Metodología de orientación del portante



Metodología de orientación de núcleos

Metodología de orientación del portante

Ajuste giroscópico del lomo del portante y después al núcleo



DEVICORE, 2023



Metodología de orientación del portante

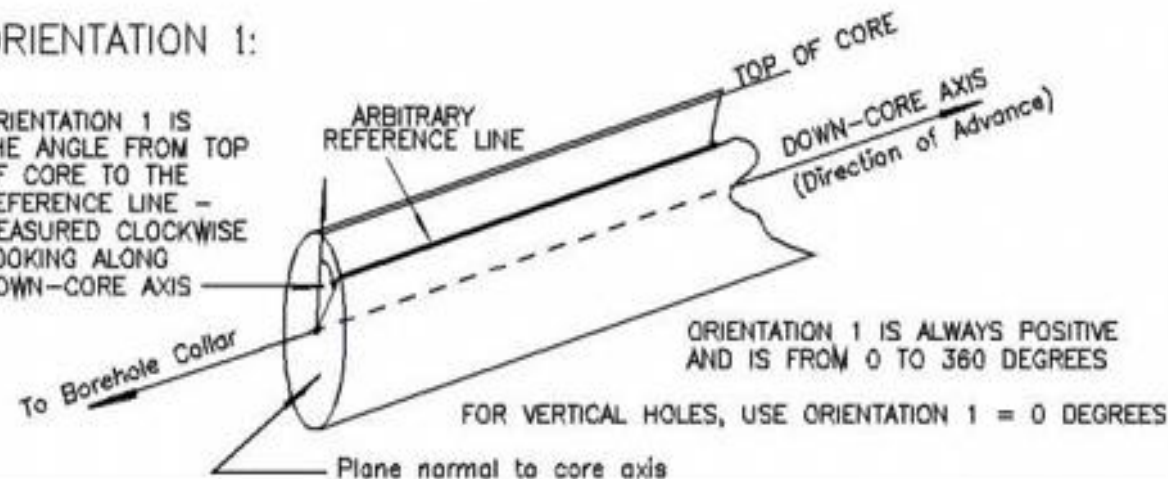
Traverse Format

The Traverse Format for a **Linear BH Oriented Core** traverse requires THREE values: **Orient 1/2/3** as described below.

Traverses						
#	ID	Data Format	Traverse Format	Orient 1	Orient 2	Orient 3
1	1	Alpha / Beta	Orient 1/2/3	180	135	40
2	2	Alpha / Beta	Orient 1/2/3	180	160	135

ORIENTATION 1:

ORIENTATION 1 IS THE ANGLE FROM TOP OF CORE TO THE REFERENCE LINE - MEASURED CLOCKWISE LOOKING ALONG DOWN-CORE AXIS



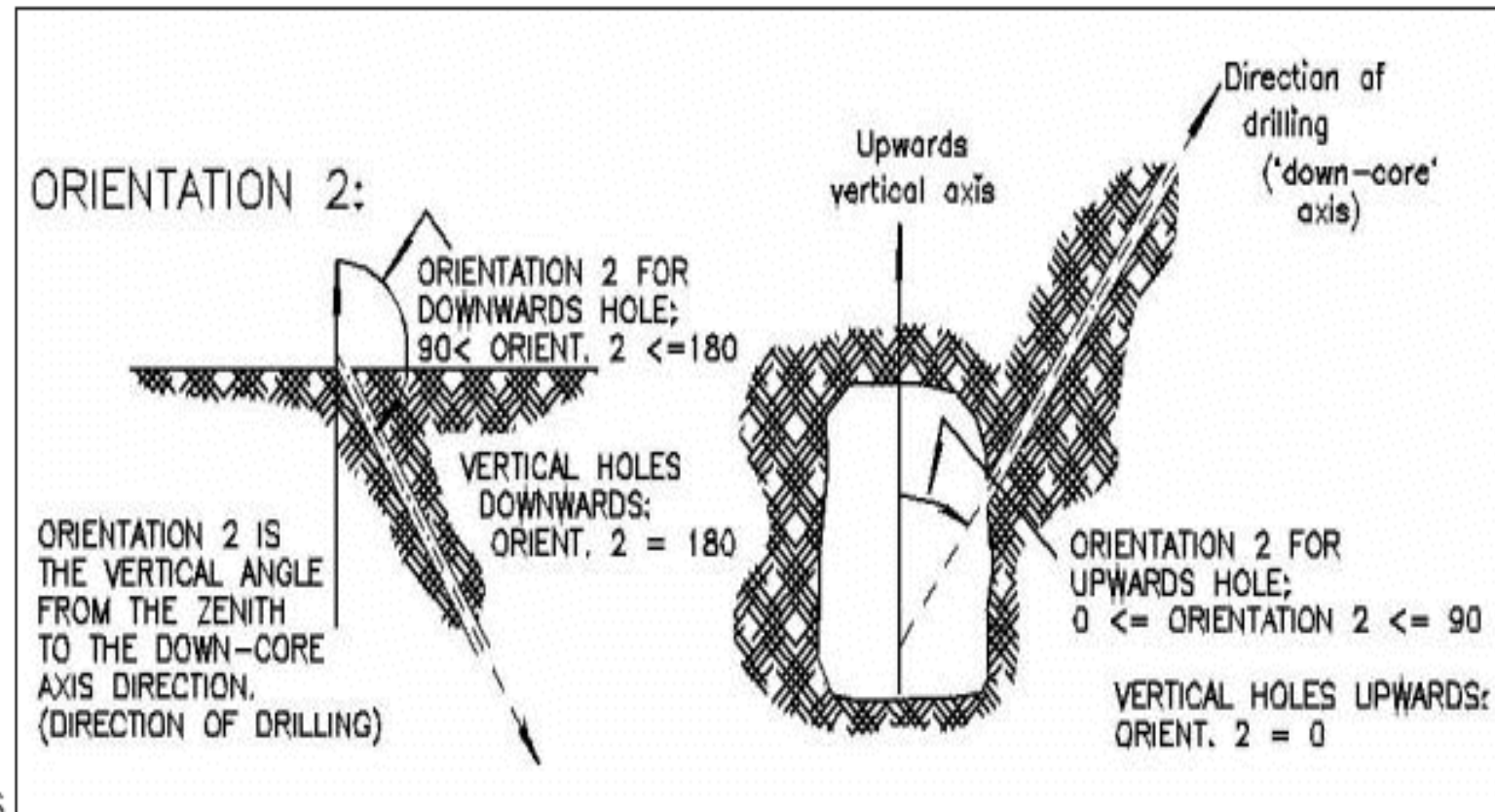
Importante ORIENT1 no está refererida al Norte, es decir, no es un Azimut, sólo es una línea que se marca respecto a una línea de referencia para ubicar el lomo del nucleo, ORIENT3 sí es un Azimut o Trend.

Metodología de orientación del portante

Orient 2

Uso con Dips de **Rocscience**
(Treverse para Oriented Core)

The inclination of the borehole axis from the zenith. Use 0 for a borehole **oriented** vertically upwards, and 180 if the borehole is



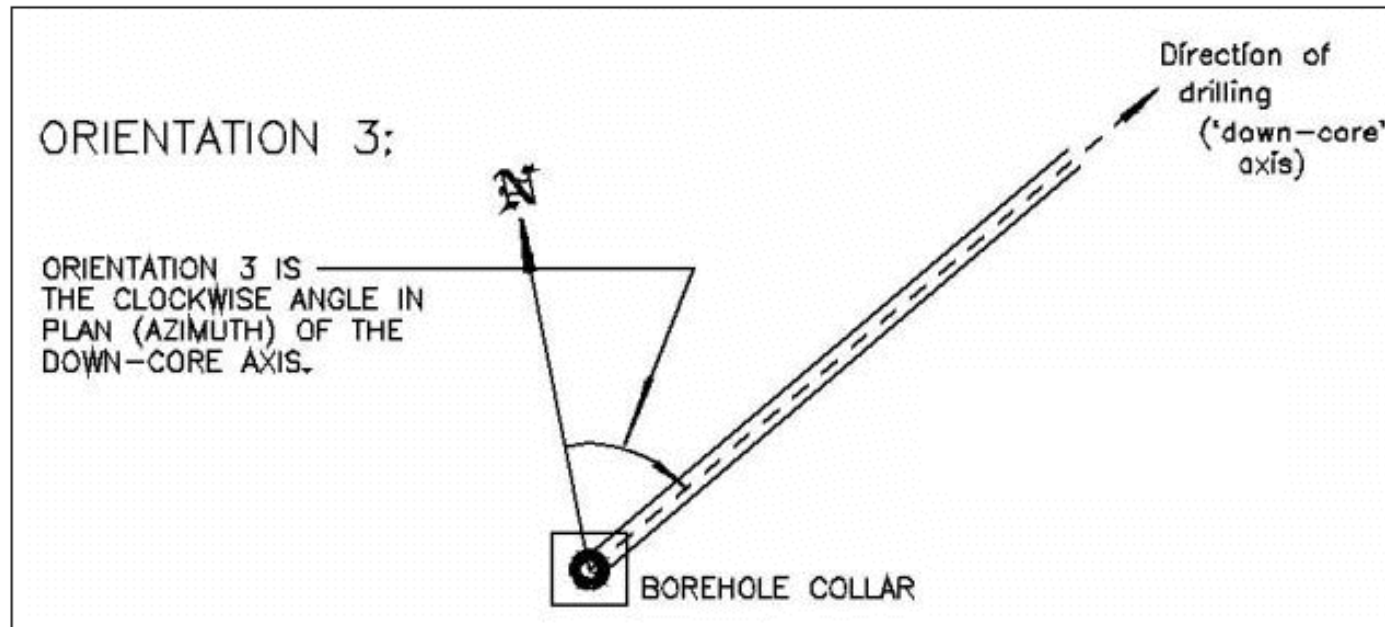
Importante ORIENT2 está referida al Zenit, por lo que es un especie de Plunge (+90).

oriented vertically downwards.

Metodología de orientación del portante

Orient 3

The azimuth of the borehole measured from true north. For a vertical borehole, use the clockwise angle from true north to the reference line, looking along the direction of borehole advance.



Uso con Dips de **Rocscience**
 (Reverse para Oriented Core)

For a vertical borehole, the Orient 3 value serves to define both Orient 1 and Orient 3.

For a vertical borehole, Orient 1, as defined in Dips, cannot technically be defined because there is no "top" of **core**, since the **core** is vertical. That is, there is no "top" line from which to measure an angle to the reference line. So you should simply enter 0 for Orient 1 since it is not actually used.

Metodología de orientación del portante

Grid Data Oriented Core Borehole Data in Dips

If orientation data was measured from the logging of core from a borehole, then the Orientation Columns must contain the measurements of the "Alpha" and "Beta" angles, as defined below. This applies to both **Linear Borehole Oriented Core** and **Curved Borehole Oriented Core** traverse types.

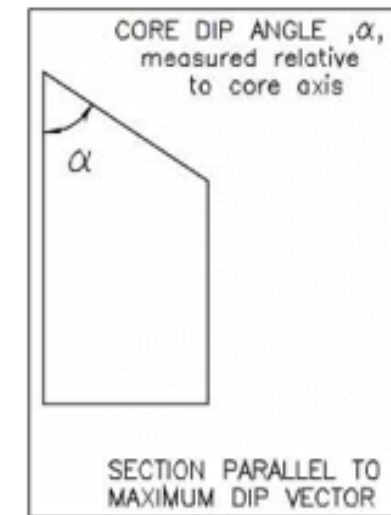
Alpha (Entered in Orientation Column 1)

The minimum angle between the maximum dip vector of the plane of the discontinuity, and the core axis.

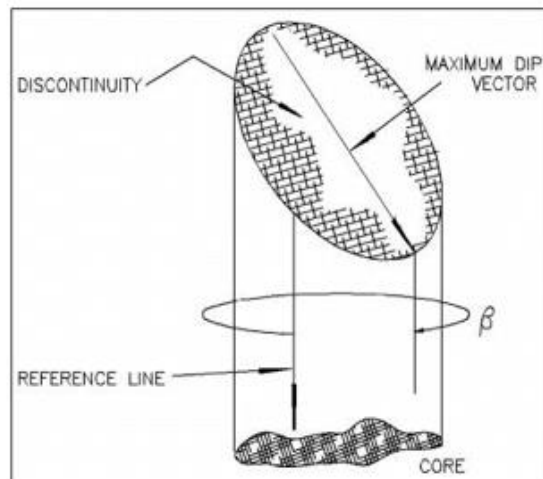
Beta (Entered in Orientation Column 2)

The clockwise angle from the reference line to the direction of the maximum dip vector, looking along the direction of borehole advance.

DEFINITION OF ALPHA ANGLE



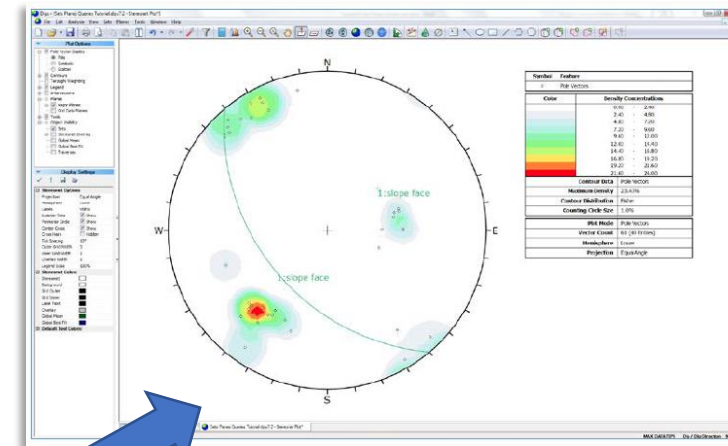
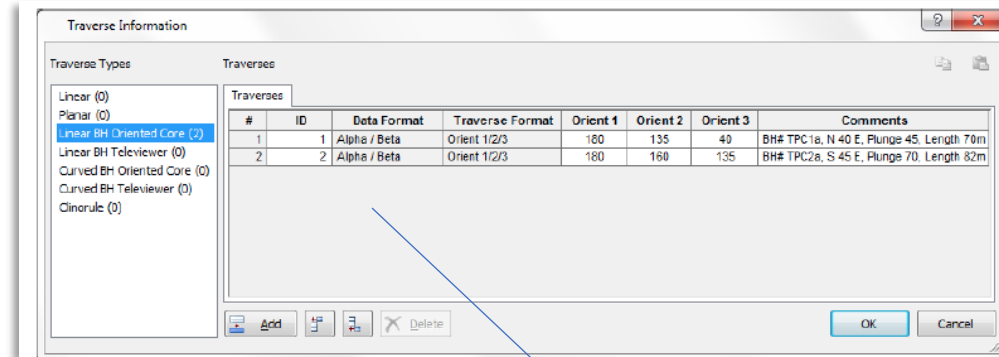
ORIENTATION PARAMETERS FOR BOREHOLE DATA



Uso con Dips de **Rocscience**
(Traverse para Oriented Core)

Orientación del núcleo con base en conocer la orientación del portante

El resultado final es una relación de los datos estructurales perfectamente válidos para utilizarse tal como si hubieran sido colectados en superficie



ID	Orient1	Orient2	Traverse	CORE POS(M)	INCL(LATHI)	NSI JA	NSI-R
1	72	19	1	35.10	0.10	1	1.5
2	3	234	1	35.36	0.36	3	1
3	6	37	1	35.45	0.05	1	5
4	6	37	1	35.50	0.05	2	8
5	16	113	1	35.58	0.07	1	2
6	16	29	1	35.68	0.11	1	5
7	10	18	1	35.79	0.11	2	9
8	10	18	1	35.92	0.13	1	9
9	17	117	1	36.05	0.11	5	1
10	17	117	1	36.13	0.11	2	2
11	20	248	1	36.25	0.11	4	1
12	18	245	1	36.55	0.11	3	1
13	18	245	1	36.47	0.11	3	1
14	9	234	1	36.56	0.10	3	1
15	9	234	1	36.67	0.11	3	1
16	82	23	1	36.76	0.06	2	2
17	12	253	1	36.82	0.06	3	1
18	12	253	1	36.88	0.06	3	1
19	1	14	1	36.95	0.08	2	3
20	1	14	1	37.06	0.10	1	5
21	15	239	1	37.17	0.11	3	1
22	15	239	1	37.29	0.11	3	1
23	18	94	1	37.42	0.18	2	9
24	13	34	1	37.55	0.14	1	2
25	9	12	1	37.69	0.14	2	8
26	13	253	1	37.83	0.18	3	1
27	13	253	1	37.93	0.10	3	1
28	24	105	1	38.02	0.09	1	2
29	24	105	1	38.14	0.12	2	2
30	22	240	1	38.27	0.18	4	1
31	33	136	1	38.35	0.09	1	3

CONCLUSIONES

- La barrenación con núcleo tiene un costo económico importante en los proyectos. Si se utiliza la información estructural de sus testigos, se justifica mejor su inversión.
- La información con la que se alimenta el modelo geológico de un proyecto se ve enriquecida con la vasta cantidad de datos estructurales proveniente de los núcleos orientados.
- En ocasiones, los fenómenos estructurales importantes como fallas que son mapeadas en superficie, se tienen que asumir en cuanto a su continuidad en subsuelo con diferentes dosis de duda, los núcleos orientados minimizan tal incertidumbre pues habilitan la continuidad de la información.

GRACIAS

Moisés Dávila Serrano

moises.davila@ai.org.mx
moises.davila@ingenieria.unam.edu