

INTEGRACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO EN LA PLANIFICACIÓN MINERA DE PANEL CAVING

CARLO LOBIANO^{*(a,b,c)},
NELSON MORALES^(a,b,c),
JAVIER VALLEJOS^(b,c)

a) Delphos Mine Planning Laboratory, AMTC

b) Advanced Mining Technology Center, Universidad de Chile

c) Departamento de Ingeniería de Minas, Universidad de Chile

Resumen

En el siguiente trabajo se presenta una metodología para incorporar interferencias operacionales de origen geotécnico en el proceso de planificación minera de Panel Caving, mediante un modelo iterativo.

En particular, se presenta el caso desarrollado incorporando a estos planes el Peligro Sísmico. Se determina que es posible cuantificar el peligro sísmico inherente a una zona y más aun incorporar esto en forma dinámica al momento de generar los planes de extracción e incorporación.

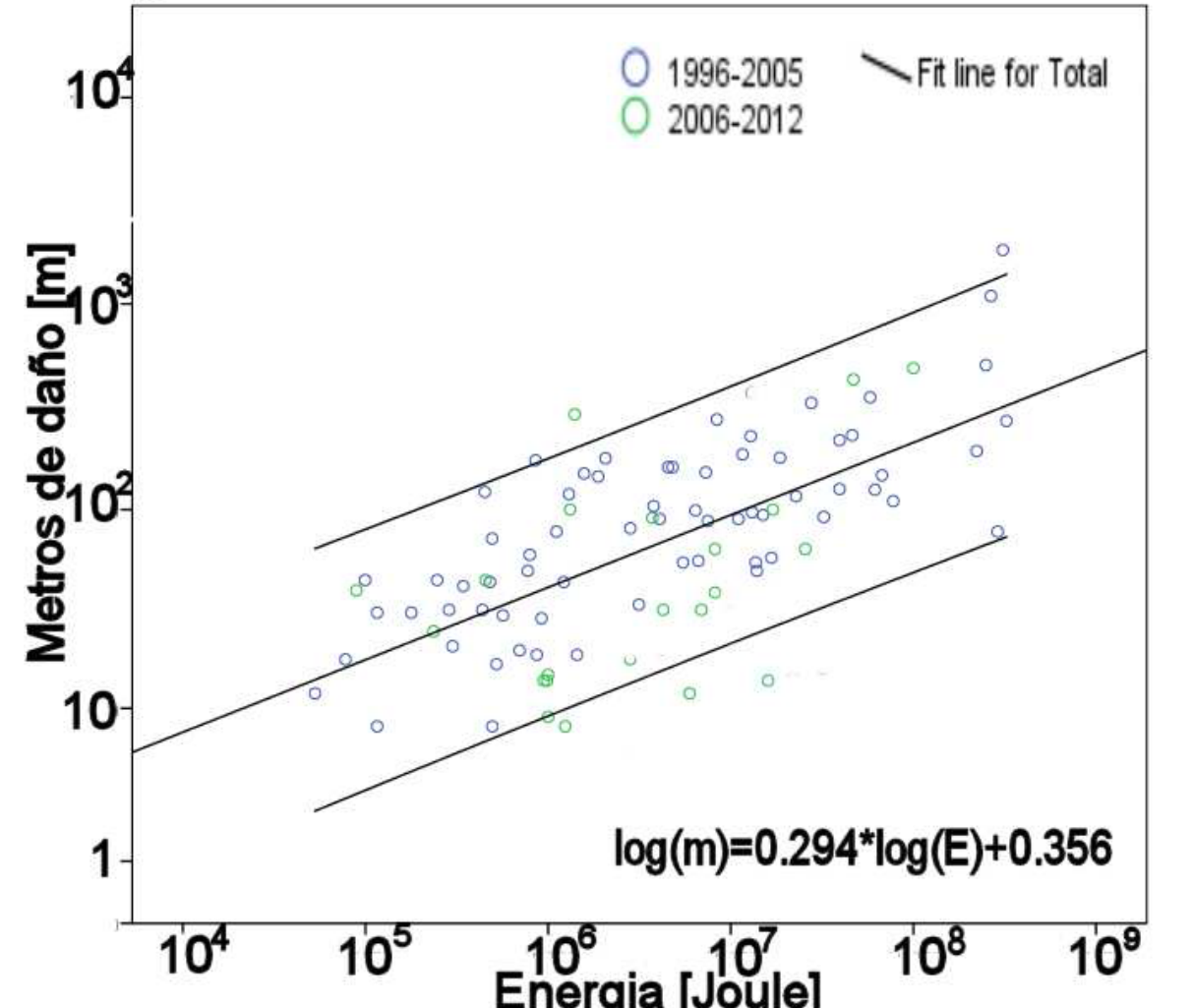
Antecedentes del problema

El Peligro Sísmico (PS) originado provocado por la sismicidad inducida producto de las labores y excavaciones en el macizo rocoso no es un problema nuevo pero se ha intensificado debido a la profundización de las explotaciones. Cook en [1]

Estos eventos pueden manifestarse como chispeos, agrietamiento e incluso estallidos de roca, los cuales tienen consecuencias catastróficas para la vida de las personas, retrasos en los planes definidos y la pérdida de reservas estimadas. Cornejo en [2]

Esto, genera la oportunidad de desarrollo de una metodología para incorporar el peligro sísmico como interferencia operacional de origen geotécnico en la planificación de Panel Caving.

Energía v/s Daño estallidos de roca entre 1996-2012

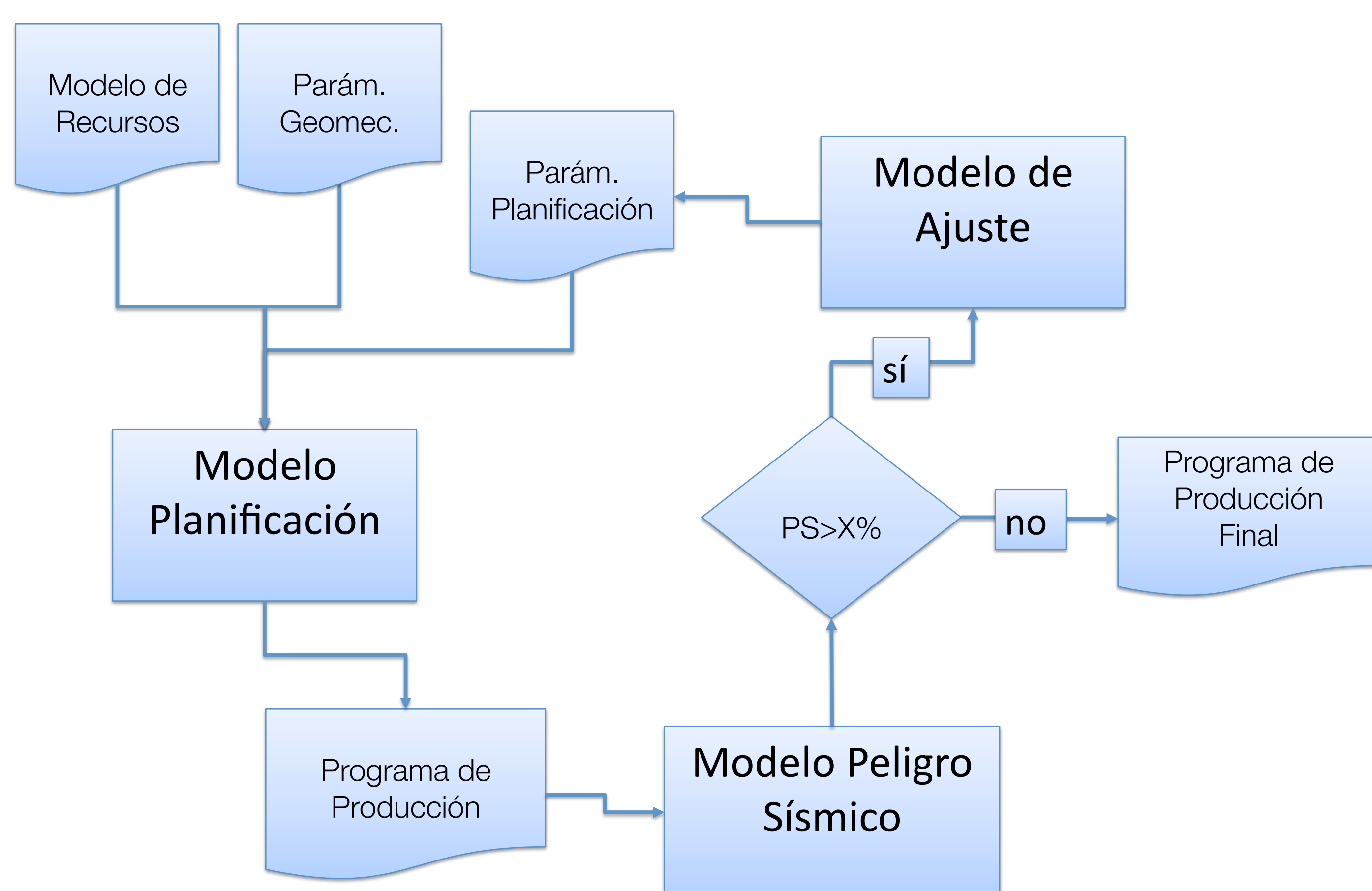


Fuente: Cornejo en [2]

Metodología

El problema se aborda mediante la interacción de dos Modelos mediante un proceso iterativo, el primero describe la probabilidad de ocurrencia de un evento de Peligro Sísmico [3] y el segundo un modelo de programación lineal mixta implementado en el Software UDESS [4].

- Se define un archivo de actividades con características geo-mineras de los puntos de extracción
- Se fija probabilidad límite permitida para el PS
- Se establecen criterios de planificación y se genera un plan inicial de producción
- Se evalúa el plan identificando zonas que gatillen probabilidades mayores al límite.
- Se castigan las variables de planificación en base a la estrategia adoptada y se reevalúa el plan.
- Se repite 4 y 5, finaliza al no encontrar zonas que excedan el peligro o bien, el plan se torne infactible en base a las exigencias del usuario.



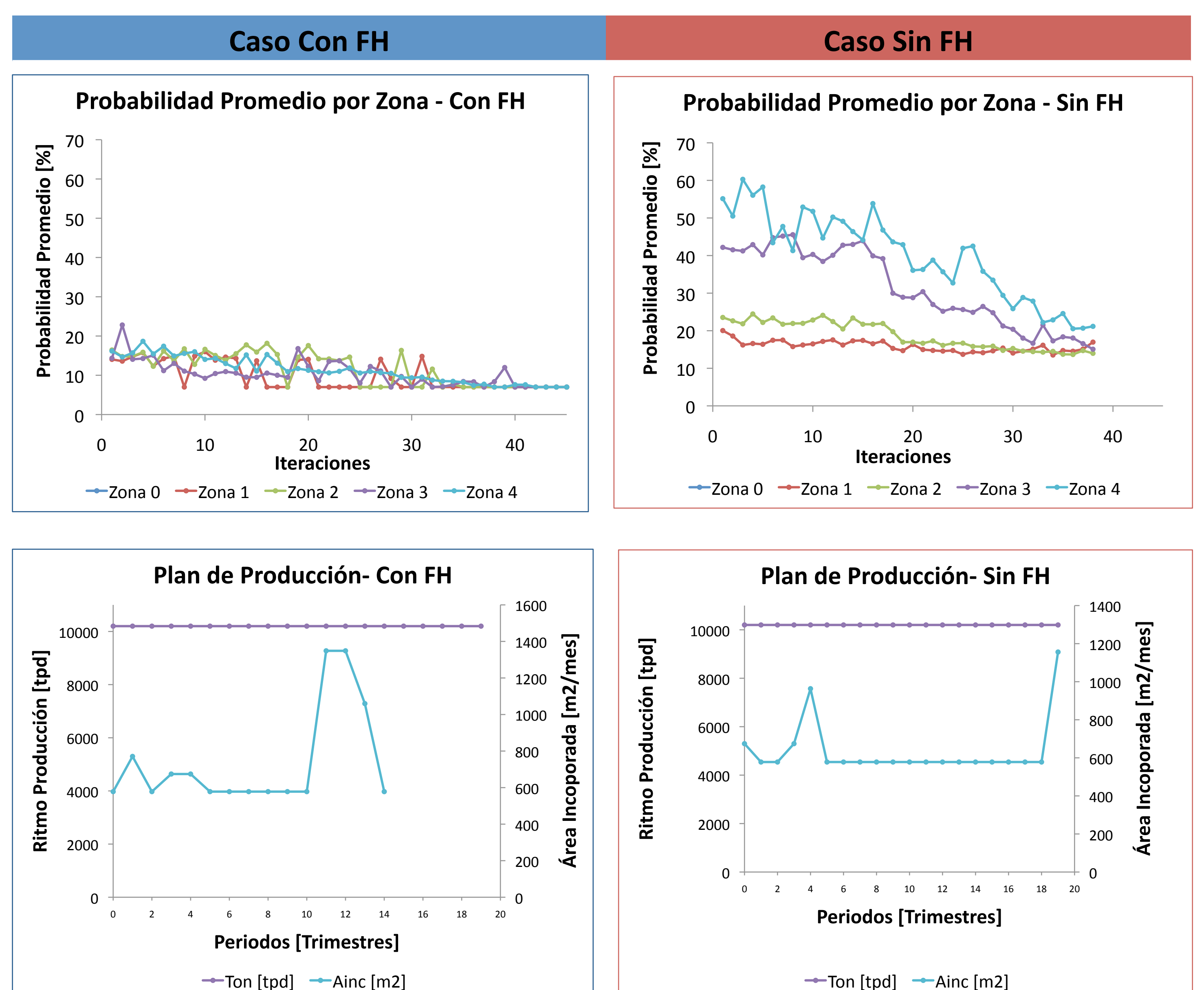
Ejemplo de Análisis

El problema definido representa una mina de Panel Caving con hundimiento Convencional en régimen. En este se busca identificar el comportamiento del peligro sísmico para distintas Alturas de Columna Equivalente, fijando el resto de los parámetros. Además se evalúa la presencia y ausencia de Fracturamiento Hidráulico (FH).

Variables Plan de Producción		
Área Abierta [AA]	30000	[m ²]
Área Disponible	0,85*AA	[m ²]
Columna Remanente	150	[m]
Vext media	0,4	[tpd/m ²]
Vext media Máx.	0,65	[tpd/m ²]
Producción	10	[ktpd]
Max_Incorporacion	1400	[m ²]
Min_Incorporacion	500	[m ²]

Variables Geo-Mineras		
Malla	17 x 17	[m ²]
Losa	0	[m]
Altura Socavación	15	[m]
Columna Mineral	300	[m]
Bancos Columna	0-30; 30-100	[%]
P10	4,0	

Altura Columna Equivalente [m]				
Zona1	Zona2	Zona3	Zona4	Zona5
500	650	800	950	1100



Resultados

Se evidencia en forma clara el comportamiento del Peligro Sísmico; con respecto a las diferentes alturas definidas, lo cual implica la presencia de mayores esfuerzos en las zonas; Como también al evaluar los mismos casos con y sin la técnica de Fracturamiento Hidráulico (FH).

Los planes de extracción e incorporación respetan las estrategias utilizadas, en el caso Con FH es posible iterar hasta llegar al límite de PS establecido, lo cual no ocurre en el caso Sin FH. Esto explica la mayor incorporación de área en el Caso Con FH debido a las menores velocidades de extracción producto del castigo realizado en cada iteración.

Conclusiones

- Se logra plantear una metodología que permita incorporar interferencias operacionales de origen geotécnico en forma dinámica mediante la utilización de un modelo que describa dichas interferencias y el uso del software UDESS. En particular en este trabajo las ocasionadas por Peligro Sísmico
- Se logra generar planes de producción controlando el Peligro Sísmico para el caso planteado e identificar distintos lineamientos en cuanto a diseño y estrategias operacionales.
- La metodología permite además cuantificar el Peligro Sísmico inherente a una zona y banco determinado para un plan de producción estándar.

Agradecimientos

Al centro AMTC, por financiar parcialmente este trabajo mediante el Proyecto Basal FB0809. En particular al Laboratorio de Diseño y Geomecánica, por haber facilitado su infraestructura y el Laboratorio Delphos, por haber facilitado el software UDESS y la experiencia de sus colaboradores.

A la División El Teniente, CODELCO, que a través de Javier Cornejo, nos apoyaron con información y revisiones durante el trabajo.

Bibliografía

- [1] N. G. W. Cook, "Seismicity associated with mining", *Eng. Geol.*, vol. 10, n° 2, pp. 99-122, dic. 1976.
- [2] J. Cornejo, "Identificación de zonas de peligro mediante análisis de agrupamiento de eventos sísmicos", Universidad de Chile, 2013.
- [3] GMT, "Modelo de Peligro Sísmico para el sustento del plan exploratorio", 2014.
- [4] Delphos Laboratory, *Universal Delphos Sequencer & Scheduler (UDESS)*. 2011.

Autor Principal*: carlo.lobiano@ug.uchile.cl