

ANALISIS DE INFORMACION HIDROGEOLOGICA

I N D I C E

	<u>Págs.</u>
- Acercamiento para el modelado del transporte de solutos en suelos estructurados	1
- Transporte mecánico y medio poroso equivalente a una red fracturada anisotrópica	2
- Un nuevo acercamiento para el montaje de la dispersión en medios fracturados	4
- Flujo, origen y edad de las aguas subterráneas en algunas zonas bajas poco permeables. Acuíferos en los Países Bajos. Implicaciones para los vertidos de desechos	5
- Muestreo regional de aguas subterráneas para la evaluación de movimientos de fluido	6
- El flujo en acuíferos de roca cristalina. Una solución al problema de fractura	7
- De la identificación de las propiedades de permeabilidad de las rocas fracturadas	8
- Exploración de agua subterránea en el estado de Gongola al nordeste de Nigeria utilizando sensores remotos	9
- Investigaciones hidrogeológicas de rocas cristalinas en el macizo de Bohemia	10
- Aumento de piezometría en acuitardos situados bajo emplazamientos de desechos sólidos	11
- Experiencias de testing en acuíferos y análisis de rocas sedimentarias fracturadas con una baja permeabilidad con respuesta no radial al bombeo ..	12
- Hidrología de un acuitardo evaporítico: estratos evaporíticos pérmicos. Cuenca de Palo Duro, Texas (Palo Duro)	13
- Estimación de la Incertidumbre del flujo en rocas cristalinas fracturadas utilizando el concepto de red de fracturas discretas	14

	<u>Págs.</u>
- Estimación de los parámetros de flujo y del transporte en un medio fracturado descrito estocásticamente	15
- Medidas de penalidad en rocas sedimentarias de baja permeabilidad realizados in situ y en un laboratorio sometidas a alta presión	16
- Investigaciones hidrogeológicas en la superficie de las formaciones de Asse	17
- Estudio hidrogeológico regional y local en un sistema acuífero multicapa que incluye formaciones arcillosas capacitadas para ser un almacén de residuos radiactivos	18
- Propiedades hidráulicas de las fracturas	19
- Análisis de los slugs test en pozos con skin	20
- El efecto de la invasión del fluido de perforación en una caracterización hidráulica de un horizonte de basalto de baja permeabilidad: una evaluación de campo	22
- El impacto de las deformaciones producidas por sondeos en test hidrogeológicos realizados en sal ...	23
- Determinaciones regionales litopermeables para el área de la cuenca pérmica de Texas y Nuevo Méjico.	25
- Testificación de las características hidráulicas de carbonatos de baja permeabilidad, Cuenca de Palo Duro. Texas	28
- Determinación de porosidad y permeabilidad de los depósitos marinos terciarios de baja permeabilidad no consolidados en los Países Bajos	30
- Métodos para la estimación de los parámetros de difusión gaseosa en la zona no saturada	31
- Análisis estadístico de los datos de test hidráulicos en rocas cristalinas fracturadas cerca de Oracle Arizona	33

	<u>Págs.</u>
- Transporte en rocas fracturadas	35
- Modelo estocástico de transporte del agua subterránea, usando técnicas Monte Carlo	37
- Estudio del campo del transporte de solutos en rocas fracturadas cristalinas cerca de Oracle, Arizona	39
- El nuevo modelo tridimensional para el fluido en rocas fracturadas	40
- Comportamiento hidrológico en redes de fracturas ..	41
- Evaluación de la conductividad hidráulica de la roca fracturada a partir de la información de la geometría de las fracturas	42
- Teoría de la oscilación de slugs test en sondeos ..	44
- Principios para la investigación hidrogeológica en rocas cristalinas profundas	46
- Investigación de un pequeño flujo de agua subterránea en unos gneis monzoníticos fracturados	48
- El efecto del desplazamiento de cizalla en la permeabilidad de juntas rugosas naturales	50
- Flujo y transporte en rocas fracturadas: Conectividad y efecto de escala	51
- Procesos de transporte no advectivos en rocas de muy baja permeabilidad	52

ACERCAMIENTO PARA EL MODELADO DEL TRANSPORTE DE SOLUTOS EN
SUELOS ESTRUCTURADOS

MARTINUS

Este documento describe un método para transformar suelos que contienen agregados con muy distintas formas y tamaños (plati, columnar, prismático) en un suelo de referencia constituido por agregados uniformes, esféricos o geométricos. La transformación está complementada a través de la introducción de un factor geoméricamente dependiente de la forma que convierte un agregado de un tamaño y forma dado en una esfera equivalente, con características similares de difusión que las que tenía el agregado original.

NOTA: Esta publicación puede ser interesante como estudio previo del paso de la contaminación a través de la zona no saturada.

TRANSPORTE MECANICO Y MEDIO POROSO EQUIVALENTE A UNA RED
FRACTURADA ANISOTROPICA

Howard K. Endo et al

Este trabajo examina el problema de las direcciones características de la porosidad efectiva para sistemas fracturados continuos y discontinuos. La porosidad efectiva hidráulica es constante en todas las direcciones si los sistemas se comportan como un medio poroso equivalente. La distribución de las aperturas (heterogeneidad) se cree que tiene una gran influencia en el grado de la equivalencia del medio poroso, en los sistemas de fracturas distribuidos de forma continua. Cuando la heterogeneidad es pequeña (por una distribución de aberturas estrechas), el sistema se comporta como un equivalente de un medio poroso con la porosidad efectiva hidráulica siendo algo menor que el total de la porosidad. De todas formas, cuando la heterogeneidad es grande, la porosidad hidráulica efectiva se convierte en direccionalmente dependiente y mayor que el total de la porosidad. El comportamiento de un medio no poroso difiere de los sistemas de distribución continuos y para los sistemas continuos con distribuciones de paralelas fracturas. Para los sistemas continuos con dos distribuciones paralelas, la porosidad efectiva hidráulica del pozo disminuye abruptamente por debajo del total de la porosidad en direcciones donde la orientación de cada distribución es ortogonal a la dirección del gradiente hidráulico. Los resultados para el sistema continuo con distribuciones paralelas también demuestran que el sistema, que se comporta como un continuo para el flujo del fluido, no se comporta como un continuo para el transporte mecánico.

NOTA: Publicación muy interesante para conocer y comprender el papel de las distintas clases de fracturas en la porosidad efectiva.

FLUJO, ORIGEN Y EDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN ALGUNAS
ZONAS BAJAS POCO PERMEABLES. ACUIFEROS EN LOS PAISES
BAJOS. IMPLICACIONES PARA LOS VERTIDOS DE DESECHOS

Glasbergen

El objetivo de los estudios descritos en esta publicación es el de obtener un conocimiento general del movimiento de aguas subterráneas y de la hidroquímica de los acuíferos en la parte más antigua del Terciario.

Se detectaron permeabilidades para la arcilla que oscilan entre 10^{-7} y 10^{-6} m/s y la edad del agua es de, aproximadamente de 4×10^4 años. Se tienen elevados contenidos en sal, del orden de $1,2 \times 10^4$ mg/l.

NOTA: Publicación de interés para el estudio de arcillas profundas.

MUESTREO REGIONAL DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA LA EVALUACION
DE MOVIMIENTOS DE FLUIDO

Jean Alexander

En la publicación se dice que para estudiar el movimiento del agua en formaciones poco permeables con velocidades muy pequeñas, a través de arcillas, es mejor hacerlo si medimos piezometrías y parámetros relacionados con el tiempo (química de gas inerte) en los puntos de medida localizados en los estratos de alta permeabilidad en contacto con los arcillosos. El análisis de los datos disponibles de las formaciones de alta permeabilidad, dentro del sistema de fluido de agua subterránea regional, puede dar un modelo general de flujo que tiene en cuenta el movimiento de agua entre formaciones en general y el movimiento de agua vertical entre formaciones de baja permeabilidad en particular.

NOTA: De interés para estudiar arcillas impermeables en una estratificación que contenga formaciones permeables.

EL FLUJO EN ACUIFEROS DE ROCA CRISTALINA. UNA SOLUCION AL PROBLEMA DE FRACTURA

Kobina Atobrah

En la publicación se teoriza el flujo en medios fracturados. El llamado "problema de fractura", en el análisis de acuíferos en rocas cristalinas, persiste debido a dos cosas. Primero, la falta de observaciones críticas en el campo de observaciones y, segundo, a una influencia perjudicial de la teoría del medio poroso equivalente. Las inconsistencias en el análisis de datos causan la reevaluación del modelo de "doble porosidad" que asume que la transferencia de flujo desde los bloques a las fisuras se puede describir como un estado de flujo pseudoestacionario y el modelo de "bloque de fisura" que asume que la transferencia del flujo desde los bloques a las fisuras ocurre entre condiciones completamente transitorias.

NOTA: Bueno para adquirir unas primeras ideas de los medios fracturados.

DE LA IDENTIFICACION DE LAS PROPIEDADES DE PERMEABILIDAD
DE LAS ROCAS FRACTURADAS

Chen Yu-Sun et al

En este artículo se describe un modelo en elementos finitos en medios fracturados. Considera la figura geométrica y la filtración del bloque de la matriz, sin introducir ningún parámetro hidrogeológico nuevo, tales como conductividad hidráulica del interface de la roca fracturada. Los resultados de este artículo ilustran que es posible el utilizar un modelo de medio poroso equivalente en vez de un acuífero fracturado, si sus parámetros modificados pueden ser identificados con un test usual de bombeo. La ventaja de este modelo, en comparación con los modelos existentes, es que la computación respecto a la figura geométrica de bloque y la interacción respecto a la figura geométrica de bloque y la interacción del agua entre bloques y fracciones es mucho más simple que en otros modelos duales porosos.

NOTA: A tener en cuenta en la modelización de acuíferos en rocas fracturadas.

EXPLORACION DE AGUA SUBTERRANEA EN EL ESTADO DE GONGOLA AL
NORDESTE DE NIGERIA UTILIZANDO SENSORES REMOTOS

Solomon A. Isiorho

Esta publicación resume los resultados de la utilización de sensores remotos en exploraciones de agua subterránea en el estado NE de Gongola en Nigeria. La región estudiada está casi completamente formada por rocas cristalinas. Se han utilizado imágenes de radar de banda X e imágenes could-free para determinar lineamientos. Estos se utilizan para concentrar en ellos las investigaciones posteriores.

NOTA: De bastante interés para enfocar el estudio de alertas rojas en el paleozoico.

INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS DE ROCAS CRISTALINAS EN EL
MACIZO DE BOHEMIA

Skorepa et al

La publicación describe la investigación hidrogeológica realizada en el macizo Precámbrico de Bohemia, Checoslovaquia. Objetivo: abastecimientos urbanos. Las investigaciones incluyen análisis geotectónicos de la región, medidas geofísicas, medidas repetidas de corrientes de aguas superficiales, observaciones en cuanto al nivel del agua subterránea y control hidroquímico. Del análisis de estos datos se determinaron regiones hidrogeológicas. La localización de perforaciones estuvo concentrada en zonas de falla, o de contacto de los diferentes formaciones de rocas y en las regiones con espesos depósitos aluviales.

NOTA: De interés para el estudio del macizo hespérico, para abastecimiento urbano a pequeños núcleos.

AUMENTO DE PIEZOMETRIA EN ACUITARDOS SITUADOS BAJO
EMPLAZAMIENTOS DE DESECHOS SOLIDOS

Van Der Kamp et al

En la publicación se indica el fenómeno de variación de presión que se produce en un acuitardo, cuando se coloca sobre él un almacén de residuos sólidos, o una escombrera, etc. Esta variación de presión puede servir, además, como barrera geológica.

NOTA: De interés para estudios de localización de escombreras.

EXPERIENCIAS DE TESTING EN ACUIFEROS Y ANALISIS DE ROCAS
SEDIMENTARIAS FRACTURADAS CON UNA BAJA PERMEABILIDAD CON
RESPUESTA NO RADIAL AL BOMBEO

Ellen D. Smith

En la publicación se analizan métodos de interpretación no radiales. La comparación de los resultados obtenidos usando estos métodos y los obtenidos usando el método tradicional analítico (flujo radial) indican que el error de estos últimos es, generalmente, menor que un orden de magnitud. En cualquier caso los métodos de flujo no radiales dan una información mayor sobre el control estructural en el movimiento del agua subterránea.

En la publicación se pasa revista a la experiencia de ensayos en rocas poco permeables y se sacan consecuencias sobre el empleo de los métodos de ensayo convencionales.

NOTA: De interés en los estudios de caracterización hidrodinámica.

HIDROLOGIA DE UN ACUITARDO EVAPORITICO: ESTRATOS EVAPORITICOS PERMICOS. CUENCA DE PALO DURO, TEXAS (PALO DURO)

C.W. Kreitler et al

En esta publicación se estudia el comportamiento de un acuitardo evaporítico. A partir de los datos existentes y suministrados por el estudio, se deduce que el acuitardo separa un acuífero superficial y otro profundo y el primero recarga al segundo a través del acuitardo. El promedio de las velocidades lineares es de 6×10^{-6} m/día. El rango de permeabilidad para el acuitardo es de 8×10^{-5} a $2,8 \times 10^{-4}$ m/día. Las zonas con fracturas son las que proporcionan la máxima capacidad de paso del agua a través del acuitardo.

NOTA: Publicación muy interesante para el estudio de la sal.

ESTIMACION DE LA INCERTIDUMBRE DEL FLUJO EN ROCAS
CRISTALINAS FRACTURADAS UTILIZANDO EL CONCEPTO DE RED DE
FRACTURAS DISCRETAS

Johan Anderson

En la publicación se analiza la diferencia entre el flujo a escala regional y el que existe a una escala pequeña. Entre ambos prácticamente no existe correlación. Para los almacenamientos radioactivos estos últimos son muy importantes. La incertidumbre del flujo local se puede estimar si se modeliza el macizo rocoso como una red

de fracturas individuales con forma de disco. La distribución del flujo en zonas más pequeñas se evalúa para cada red que se simule. Las simulaciones muestran que la incertidumbre del flujo por zonas, varía, y si se hace la media sobre 9 m^2 , puede alcanzar un factor de 200, y si se hace sobre 140 m^2 puede ser el factor de solamente 20.

NOTA: Publicación muy interesante sobre el comportamiento del flujo en rocas fracturadas

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DEL FLUJO Y DEL TRANSPORTE EN
UN MEDIO FRACTURADO DESCRITO ESTOCASTICAMENTE

A. Barbreau et al

En la publicación se analiza el comportamiento del medio a gran escala con medidas hechas a pequeña escala. Para ello se utiliza un modelo estocástico, discreto y tridimensional del medio fracturado. Las fracturas se presentan individualmente y sus propiedades geométricas se comparan estadísticamente, con las fracturas reales.

En lo que concierne a las migraciones de tracas, el modelo descrito se comporta de forma dispersiva a causa de las heterogeneidades y las conductividades de las fracturas, por lo menos en las simulaciones en los trazados de pequeña escala. El comportamiento del modelo para la simulación de trazadores a gran escala parece muy errática.

NOTA: Publicación interesante para la modelización de macizos fracturados.

MEDIDAS DE PENALIDAD EN ROCAS SEDIMENTARIAS DE BAJA PERMEABILIDAD REALIZADOS IN SITU Y EN UN LABORATORIO SOMETIDAS A ALTA PRESION

Hans Batsche et al

En la publicación se describen ensayos realizados en la mina de sal de Asse (Alemania). Las rocas estudiadas fueron arcillas, anhidritas, dolomías de potencia variable. Los experimentos de difusión se llevaron a cabo, primero, sin presión y no se detectó un transporte de radionucleidos a través del medio, y segundo a presión.

NOTA: No tiene, actualmente, mucho interés (en España).

INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS EN LA SUPERFICIE DE LAS
FORMACIONES DE ASSE

Hans Batsche et al

En la publicación se describen las técnicas utilizadas en la investigación: reconocimiento de las rocas con ayuda de sondeos, instalación de estaciones de medidas de agua superficiales, bombeos de ensayo, medidas a largo plazo de parámetros hidrológicos, logging de perforación, y análisis hidroquímicos e isotópicos. Cuatro acuíferos principales y canales llenos de salmuera entre la sal y el "caprock", a una distancia de 1,5 km de la mina Asse 2 se han localizado y caracterizado. Los datos adquiridos sirven como base para el modelo de flujo que se utilizará para cálculos futuros y de migración radionucleidos.

NOTA: Publicación de interés para aplicar en estudios iniciales de investigación de un almacenamiento de residuos.

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO REGIONAL Y LOCAL EN UN SISTEMA ACUIFERO MULTICAPA QUE INCLUYE FORMACIONES ARCILLOSAS CAPACITADAS PARA SER UN ALMACEN DE RESIDUOS RADIATIVOS

Arnold Borine et al

La publicación resume el trabajo hecho para el proyecto HADES, que evalúa la capacidad de un almacén de residuos radiactivos localizados en las arcillas de Boom.

Se ha hecho un estudio regional y otro local. El primero se centra en la identificación y la modelización de un sistema acuífero multi-capa. La construcción de un laboratorio subterráneo en la formación arcillosa, creó excelentes oportunidades para la caracterización hidrodinámica y geoquímica, in situ, de la formación.

La búsqueda regional hidrogeológica se hizo para identificar la modelizar el sistema de flujo de aguas subterráneas, mientras que la investigación local se hizo para definir las características hidrodinámicas e hidroquímicas de las arcillas Boom y las condiciones hidráulicas en la vecindad inmediata del posible almacén y para la verificación del modelo de flujo de aguas subterráneas propuesto en el estudio regional.

NOTA: De interés para etapas iniciales del estudio, y si se hace un laboratorio subterráneo.

PROPIEDADES HIDRAULICAS DE LAS FRACTURAS

Galg, et al

Los datos deducidos en los laboratorios con fracturas rugosas cuyas paredes están en contacto debido a la compresión normal de la carga muestran una desviación del modelo cúbico a pesar de que se hicieron correcciones por la rugosidad. Estos modelos dan como característico una relación con la apertura que se acerca a la cuarta potencia con una tensión normal del orden de 10 NPa o menos.

La determinación de la apertura geométrica y de las propiedades del fluido para una fractura individual aparecen como un limite en la evaluación de la verdadera velocidad del fluido en los sistemas de fractura.

NOTA: Estudio de fracturas y sus propiedades hidráulicas

ANALISIS DE LOS SLUGS TEST EN POZOS CON SKIN

Moench et al

Este tipo de test son importantes para estimar las propiedades hidráulicas de rocas con baja permeabilidad. Tienen la ventaja de que pueden ser realizados en un período de tiempo relativamente corto. Pero tienen la desventaja de que solo estudian pequeñas regiones alrededor de pozos. Por lo que la respuesta va a ser extremadamente sensible a las propiedades hidráulicas del material que este en esta región. En esta región las propiedades hidráulicas pueden verse alteradas por la invasión del lodo de perforación. Este efecto se ha estudiado como una película de un espesor infinitesimal con lo que la variación del nivel a través de la película debe ser proporcional al flujo que pasa la película. Esta aproximación al cálculo no es adecuado en todas las circunstancias.

En esta comunicación se presenta un análisis del test hecho con una "película" con un espesor limitado. El problema ha sido resuelto en el dominio de Leplace y la solución se ha dado como una función de cuatro variables dimensionales que se refieren al almacenamiento en el sondeo, a la densidad, a la conductividad hidráulica y al almacenaje específico de la película. Estas curvas se generan por una inversión numérica. Hay que tener en cuenta que los métodos standar de análisis son adecuados para slug test hechos en sondeos abiertos. En un test realizado bajo presión, la presión que se tenga como respuesta puede ser marcadamente diferente a las soluciones standard que se obtengan del test.

NOTA: Interesante para sondeos profundos y slug hechos entre packers en sondeos perforados con bentonita.

EL EFECTO DE LA INVASION DEL FLUIDO DE PERFORACION EN UNA
CARACTERIZACION HIDRAULICA DE UN HORIZONTE DE BASALTO DE
BAJA PERMEABILIDAD: UNA EVALUACION DE CAMPO

Spane et al

Se analiza el efecto de la invasión del fluido de perforación (bentonita) sobre la caracterización hidráulica de un horizonte de basalto de baja permeabilidad. La evaluación indica que ningún impacto sobre la propiedad hidráulica puede ser atribuida a la invasión de fluido por la perforación.

NOTA: De poco interés en España

EL IMPACTO DE LAS DEFORMACIONES PRODUCIDAS POR SONDEOS EN
TEST HIDROGEOLOGICOS REALIZADOS EN SAL

Sterrett et al

La comprensión de las presiones y de la permeabilidad de los diferentes materiales geológicos que rodean a un potencial almacén nuclear, es esencial para predecir la migración radionucleido. En sal, a profundidad, donde la tensión puede crear deformaciones de sondeos, puede ser difícil el distinguir la respuesta de la presión causada por el flujo de fluido de aquella causada por la deformación de la roca. Un test hidrogeológico largo fué realizado en la cuenca de Paradox de Utah para determinar las presiones de poro y la permeabilidad de una serie de unidades de sal. Los slug test, ensayos cortos y largos (de duración) se realizaron en un sondeo completo. También se hicieron pruebas geotécnicas.

En dos de los cuatro test hidrogeológicos a largo plazo fueron notados incrementos de presiones anómalos. Esto se juzgó por la deformación del sondeo ya que esta era responsable del incremento de presión. Los grados de deslizamiento y cerramiento del sondeo fueron medidos durante la perforación geotécnica por un test. Usando los datos de desplazamiento de estos test, los datos de presión de dos de los test se corrigieron para estimar los valores de desplazamiento de sal, y, así determinar adecuadamente los cambios de presión en el fluido de la formación.

Usando un análisis HORNER de los datos correctos de presión, se calcula la conductividad hidráulica para la sal y yacimientos anhídricos para un espesor de 210 pies, que resulta ser aproximadamente de 10^{-8} cm/s.

La aproximación a la interpretación del test hidrogeológico para medios porosos homogéneos, no deformados, está bien documentado en términos de procedimiento analítico. Cuando los test hidrogeológicos son realizados en un medio deformado, la aproximación no es lineal. El mayor problema es el de separar la respuesta de la formación geológica (que es debida a una deformación de roca) de aquella que es debida a un cambio de presión del fluido. El sentido de este estudio es el presentar una aproximación para estimar la conductividad hidráulica de una unidad de sal interestratificada que se deforma durante el período del test hidrogeológico.

NOTA: Muy interesante para el estudio de la sal

DETERMINACIONES REGIONALES LITOPERMEABLES PARA EL AREA DE
LA CUENCA PERMICA DE TEXAS Y NUEVO MEJICO

Smith et al

Un conjunto de 1.100 datos de permeabilidades para el pérmico no evaporítico (roca sedimentaria) se han compilado para estudios hidrogeológicos de cuencas profundas en el área pérmica de la cuenca del este de nuevo Méjico y de Texas Panhandle.

Las litologías y formaciones en las que se midieron las permeabilidades fueron determinadas de los análisis geofísicos y estudios regionales previos. El Statistical Analysis Sistem (SAS) programa se usó para asegurar una identificación de alguna correlación entre permeabilidad y formación, litología y localización geográfica. Este análisis no logró deducir correlaciones significativas pero consiguió una distribución de datos de permeabilidad que puede ser usada para determinar los rangos de permeabilidad en regiones sin datos.

Frecuentes plots de permeabilidad de la formación y litología indica (donde existen suficientes datos) que la distribución de permeabilidad es lo normal. El estudio ha demostrado que los carbonatos de la cuenca son generalmente mas permeables que los clásticos y que la media regional de permeabilidad de la cuenca profunda es menos que un milidarcy (md). El rango de los valores de permeabilidad es de 0.01 md a 50 md.

La base de datos se compiló como un input para los modelos de flujos regionales. Los valores de permeabilidad previos están restringidos a una distribución numérica y de área, frecuentemente concentrados en un área

productiva de petróleo. Para extender la base de datos, se hizo un análisis detallado de los tests de perforación (DST) realizados en pozos de explotación de petróleo. El dato de permeabilidad fué analizado estadísticamente para identificar alguna relación entre los valores de permeabilidad, las litologías, la formación y la localización geográfica del área sometida al estudio. La información obtenida de este estudio debería permitir a los que realizan modelos numéricos asignar los valores de permeabilidad a los modelos de cuenca pérmica usando su conocimiento de la geología del área en estudio para interpretar la distribución de permeabilidad.

El análisis ha demostrado que las distribuciones de permeabilidad son log normal, tanto en la formación, como en la litología. Los carbonatos tienden a ser más permeables que los clásticos.

Un análisis estadístico de la distribución de permeabilidad no logró indicar ningún estadístico significativo que controle la permeabilidad, basado en la formación, litología o localización geográfica dentro del área de estudio. El análisis evidencia, en cualquier caso, que la permeabilidad se encuentra generalmente, dentro de un rango entre 50 y 0.01 md y que los rangos de permeabilidad para una litología dada y un área dada pueden ser estimados subjetivamente asumiendo que existen unas grandes muestras.

Existe una aparente tendencia que indica que los valores de permeabilidad disminuyen con el incremento en el número de muestras observadas. Esto sería sustantivo, ya que indicaría una permeabilidad baja regional.

La computación de la permeabilidad media durante este estudio es aproximadamente de 0.5 a 1 orden a la magnitud menores que aquellos determinados por SMIDT (1983) y son siempre menores que 1 md. La permeabilidad determinada por el DST, y el test largo de bombeo en el sondeo NVTS se compara favorablemente con la media y el 90% y 10% de los valores cuantiles computados durante este estudio. Esta comparación tiende a confirmar el estudio.

El rango de permeabilidad en todo el medio geológico está entre 10^{-5} y 10^{-8} md ó 13 órdenes de magnitud. Este estudio ha demostrado que la permeabilidad dentro del área de estudio debe estar dentro de 3.5 órdenes, con un rango de magnitud de 50 a 0.01 md. Dados los bien documentados grados de cambio dentro de la cuenca es posible que esto represente la distribución de permeabilidad en la cuenca para las litologías testadas. La natural ocurrencia de rangos extensos de valores dentro del área, pueden precluir el uso de técnicas estadísticas standard y demostrar una relación entre litología y permeabilidad. Un análisis subjetivo basado en la geología del área en estudio puede servir mejor para la investigación.

El nivel de sofisticación del modelo numérico usado en el estudio de fluidos de aguas subterráneas requiere el uso de datos de alta calidad como input. Sería tonto pensar que una formación geológica que esta persistiendo en cientos de milenios puede ser caracterizada numéricamente con una permeabilidad constante. Los grados de permeabilidad aquí presentados nos proveen de la necesitada flexibilidad para definir un sistema de fluido regional.

NOTA: Estudio interesante para el Paleozoico

TESTIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE
CARBONATOS DE BAJA PERMEABILIDAD, CUENCA DE PALO DURO.
TEXAS

Larry et al

Carbonatos de baja permeabilidad se han estudiado a través de sondeos. Se han empleado las técnicas utilizadas en el petróleo, equipos de bombeo, traductores de presión leídos en superficie (down-holes). La realización del test se hace bombeando con diferentes valores, monitorizando la recuperación de presión.

Para analizar el test se han desarrollado un método de tal manera que la recuperación de cada ciclo de bombeo puede ser contrastada con toda la historia del ciclo de recuperación. Por ello una familia de tipo de curvas de recuperación se ha construido y comparado al actual multiciclo de datos de recuperación del sondeo. Este método elimina la necesidad de estimar el radio de sondeo efectivo y del movimiento de fluido escaso a través de la perforación durante la recuperación. El error causado por la turbulencia del fluido en el entorno del sondeo no es problema. Análisis de los límites de las fronteras y una inicial formación de presiones puede ser asimismo determinada y los cambios de la permeabilidad causados por la diferencia efectiva de las presiones en los límites pueden ser identificados.

Las rocas permeables son la mayoría de las veces dolomias y calizas. La profundidad de las zonas testadas es de 2930 a 8204 pies.

La determinación de la presión y de la permeabilidad, en condiciones no influenciadas son los principales

parámetros hidrogeológicos deseados por el programa. Después de desarrollar procedimientos analíticos y de analizar los primeros resultados de los test se hizo evidente que las condiciones de los límites y los efectos variables del cambio en la formación de presiones y en la permeabilidad pueden ser asimismo evaluados.

Las técnicas de test y los métodos analíticos que han sido desarrollados por el programa indicado. Este test simple de sondeo hidrogeológico puede ser diseñado y conducido lo que le hace competir con el test tradicional como método de exactitud.

NOTA: Conviene reprofundizar esta publicación

DETERMINACION DE POROSIDAD Y PERMEABILIDAD DE LOS
DEPOSITOS MARINOS TERCIARIOS DE BAJA PERMEABILIDAD NO
CONSOLIDADOS EN LOS PAISES BAJOS

Speelman et al

Diferentes métodos directos e indirectos pueden ser usados para determinar la porosidad y la permeabilidad de arenas y areniscas. Muchos de estos métodos fueron usados para determinar la porosidad y la permeabilidad de los depósitos terciarios marinos en los Países Bajos. Los test de extracción y de inyección en sondeos, slug test y los análisis de distinto tipo fueron los métodos directos usados para determinar la permeabilidad de depósitos terciarios. La permeabilidad fué asimismo determinada por métodos indirectos en particular los basados en la correlación de permeabilidad con el tamaño del grano y la porosidad. La porosidad fué determinada directamente por un análisis de la muestra así como, indirectamente, por la evaluación del neutrón, densidad y logs sínicos. Ambos, la porosidad y la permeabilidad están influenciados por el contenido de otras rocas.

NOTA: No es de mucho interés

METODOS PARA LA ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE DIFUSION
GASEOSA EN LA ZONA NO SATURADA

Weeks et al

La difusión ordinaria gaseosa es frecuentemente el mecanismo de transporte dominante a través de la zona no saturada en entornos áridos y semiáridos. Este papel debe ser considerado al evaluar el escape de la fase de gas de radionucleidos de reservas de radioactivos, y la determinación de la edad del agua de fondo basado en las mediciones de concentración de componentes volátiles. El modelo de una difusión gaseosa en una zona no saturada requiere tener en cuenta la tortuosidad de la estructura de poros que esta debe ser conocida. Tres diferentes acercamientos han sido probados para determinar in situ la tortuosidad de los materiales no saturados. El primer método está basado en la simulación de concentraciones de flúor o carbonos medidos a diferentes profundidades. El segundo método crea la simulación de la variación en la concentración de CO₂ dentro de 10 m de superficie de tierra. El tercer método: una traza de gas puede difundirse en un medio a través de un tubo de impregnación, y llega a diferentes piezómetros. Todos los métodos tienen sus ventajas y sus limitaciones la selección final de un método de test para usar en otros sitios debería depender de una adaptación específica de los criterios.

La difusión gaseosa puede ser significativa como un mecanismo de transporte en la zona badosa, ambas en sedimentos aluviales y en rocas fracturadas de baja permeabilidad. La difusión de gases radioactivos o de componentes orgánicos volátiles a través de la zona no saturada puede ser visto como algo malo o bueno. En el primer caso porque el mecanismo permite un escape

relativamente rápido de los gases peligrosos. Como algo bueno, por el otro lado, porque permite utilizar los gases como trazadores. Ambos aspectos han demostrado ser un instrumento de un gran interés en la difusión gaseosa en las zonas no saturadas y ahora es un campo en investigación.

Las difusiones gaseosas en almacenes de residuos peligrosos en repositorios construidos en la zona no saturada pueden representar un mecanismo de transporte significativo por lo que estos gases alcanzar el entorno. El transporte de gases puede ocurrir por alguna o por una combinación de las tres combinaciones de mecanismo.

El valor del transporte de gas en estos mecanismos separados va a depender de las superiores propiedades del medio poroso incluido el tamaño de distribución del poro y sus interconexiones o tortuosidades; y por las propiedades del gas incluido el peso molecular, la viscosidad, el coeficiente de difusión binario en el aire, la solubilidad en agua y la sortitividad de los materiales matriz. El análisis y el modelaje del transporte de gas a través de una media de baja permeabilidad es complicado y unos pocos datos de experimento son válidos como guía. El cualquier caso algunos experimentos e hacen sobre todo en materiales permeables.

NOTA: De no interés para el estudio

ANALISIS ESTADISTICO DE LOS DATOS DE TEST HIDRAULICOS EN
ROCAS CRISTALINAS FRACTURADAS CERCA DE ORACLE, ARIZONA

Neuman y Simpson

Se han hecho test geofísicos e hidráulicos en una masa granítica cerca de Orankle, Arizona para determinar la posible relación que pueda existir entre fractura geométrica, respuesta de geofísica, y las propiedades hidráulicas de esta roca de baja permeabilidad. Los datos obtenidos de 6 pozos verticales, espaciados de 20 a 50 pies, y con profundidades de 250 a 300 pies en los que se hicieron diferentes logs geofísicos, se tomaron muestras de testigos, y numerosos test hidráulicos. La conductividad hidráulica deducida para intervalos de 13 pies, con packer muestra una buena correlación con la respuesta del log de neutrón integrado sobre intervalos similares, pero no correlacionado con la densidad de fracturas. Esto unido a otras consideraciones conceptuales y prácticas hace surgir una duda sobre la fiabilidad de modelos que descansan exclusivamente en fracturas geométricas para predecir la conductividad hidráulica de las rocas. La conductividad hidráulica efectiva puede ser determinada mejor y más directamente por un test de cross-hole, lo que asimismo evalúa el coeficiente de almacenamiento de la roca. En el granito de Orakle, la conductividad hidráulica efectiva es un tensor, cuyas direcciones principales y valores están fuertemente controlados por la orientación de la mayoría de los grupos de fractura. Para estudiar la variabilidad espacial de la conductividad hidráulica a una escala menor, se analiza la variación de los single-hole test por métodos geoestadísticos tales como simulación condicional y krigeoage. Una combinación de la geoestadística con la teoría estocástica de la dispersión hidrodinámica se ha empleado para predecir las

propiedades dispersivas a gran escala del granito en Orakle.

Las conclusiones a las que llega el estudio son las siguientes:

1) la conductividad hidráulica se correlaciona muy bien con las respuestas del log de neutrones integrado en intervalos similares. En cualquier caso no hay correlación con la densidad de fractura, aunque se tomen solamente las fracturas abiertas.

2) El resultado de tests hidráulicos cross-hole sugiere que, a una escala del orden de 100 pies, la roca se comporta, hidráulicamente, de una manera no demasiado diferente a un medio poroso, anisótropo. La conductividad hidráulica de estos test muestran una dispersión que es debida a las no uniformidades existentes a pequeña escala. Estas delinear un elipsoide bien definido, que aparece fuertemente controlado por la orientación de los grupos de fracturas identificado en el lugar. Los datos de cross-hole pueden usarse para predecir las conductividades hidráulicas principales y sus direcciones junto con el coeficiente de almacenamiento de las rocas.

3) Las conductividades hidráulicas obtenidas por los test en el sondeo tienen una distribución cercana a la log normal.

4) Dando un semivariograma para las log-conductividades hidráulicas de un sondeo, se puede estimar las los-conductividades hidráulicas entre sondeos.

NOTA: Publicación muy interesante para estudiar la K de rocas consolidadas y fracturadas

TRANSPORTE EN ROCAS FRACTURADAS

Neretrieks

Los experimentos de trazadores en fisuras individuales naturales indican que el flujo se produce solo a lo largo de una serie de franjas que cubren, solo, la mínima parte de la fractura.

El transporte de especies disueltas está normalmente regido por la ecuación advección-dispersión. Si existen inhomogeneidades a gran escala, los efectos de canal pueden tener mayor importancia que otros tipos de dispersión. Un modelo de dispersión pura por canal se ha desarrollado.

La mayoría de las rocas cristalinas investigadas en la experiencia descrita tienen un sistema de microporos conectados, en, al menos, 20 cm. Los constituyentes disueltos en el flujo del agua, pueden acceder al agua estancada en el sistema de microporos por difusión.

Esto puede tener un fuerte impacto en las evaluaciones de los tiempos de residencia del agua usando trazados radiactivos naturales y prediciendo el transporte de constituyentes disueltos.

Los resultados de experiencias recientes de flujo en fisuras simples y en volúmenes de grandes rocas indican que hay un considerable "canelaje" en las fisuras individuales así como en las redes de las fisuras. El experimento en la mina Stripa, donde el flujo en los 800 m² de paredes de un túnel, fué monitorizado, evidenció un flujo muy desigual en los 100 m de largo. No está claro si la conexión entre canales, en este tipo de rocas

cristalinas fisuradas, está bien descrito como un medio poroso homogéneo, al menos para escala inferior a 1 Km de distancia. Las indicaciones de los mapas de superficie y de profundidad de las grandes zonas de fracturas indican que estas fracturas se encuentran en frecuencias del orden de una por Km. Estas zonas de fracturas es muy posible que tengan unas propiedades considerablemente diferentes de las masas de rocas y no pueden ser incluidas dentro de las zonas de rocas "buenas".

Los pocos experimentos realizados de dispersión en fisuras individuales y en las rocas con fisura, muestran una tendencia a que aumente la longitud con dispersión cuando aumenta la distancia a la que se observa. Si la interpretación de la experiencia es correcta, esto indicaría que hay un gran efecto en el canelaje.

Los tiempos de residencia del fluido del agua natural en zonas profundas de rocas cristalinas son lo suficientemente grandes para que la matriz de difusión se convierta en uno de los mecanismos dominantes de la influencia del transporte de trazados. Este efecto podría introducir errores considerables en la interpretación de los tiempos de residencia del agua usando trazados tales como el tritio y C-145.

NOTA: No tiene interés en las etapas actuales de investigación (en España)

MODELO ESTOCASTICO DE TRANSPORTE DEL AGUA SUBTERRANEA,
USANDO TECNICAS MONTE CARLO

Clifton et al

Este método está basado en la técnica de Monte Carlo, para generar una serie de campos aleatorios en el espacio. Estos campos son inputs del flujo de agua subterránea y en las ecuaciones de movimiento y transporte. Los puntos dudosos de estas ecuaciones pueden ser:

- 1) La transmisividad (o conductividad hidráulica)
- 2) La potencia efectiva o porosidad efectiva.
- 3) Las condiciones de los límites.

En un problema transitorio el coeficiente de almacenamiento podría ser asimismo tratado estocásticamente. El output del análisis de Monte Carlo es una serie aleatoria de conjuntos de tiempos de viaje del agua subterránea, que puede ser subsecuentemente, usado para derivar probabilidades excedentes. Estas probabilidades permiten determinar el grado de confianza en las predicciones del tiempo de viaje del agua subterránea.

El método se ha aplicado en unos basaltos profundos.

Como el tiempo de viaje del agua subterránea, deducido de un modelo determinístico puede ser incierto, es preciso cuantificar los grados de certeza, desarrollando una distribución probable, para predecir los tiempos de viaje, más que un tiempo de viaje específico cuya apariencia puede o no puede ser conocida. Sin embargo, cuando se interpreta una distribución de probabilidades para el tiempo de viaje del agua subterránea es importante

darse cuenta que este tiempo es una cantidad que es un promedio en una escala relativamente grande. Esto es porque los parámetros usados para calcular los tiempos en un modelo analítico o numérico están generalmente definidos en una escala macroscópica que es significativamente mayor que el tamaño de los poros dentro del dominio del flujo. Así, el rango aparente de tiempo en la distribución probable es, solamente, un reflejo de las incertidumbres de unos promedios de parámetros espaciales usados en los cálculos del tiempo de viaje y no es un reflejo de las variaciones, a escala pequeña, de las velocidades del agua, que ocurre dentro y entre los poros del dominio del flujo.

El trabajo describe el método de modelaje estocástico de los tiempos de viaje del agua. El método usado es la técnica de Monte Carlo para generar un gran número de campos de parámetros al azar o condiciones de frontera que son después metidos en los equivalentes numéricos, de un flujo subterráneo y de las ecuaciones de tiempos.

NOTA: No tiene (por ahora) excesivo interés.

ESTUDIO DEL CAMPO DEL TRANSPORTE DE SOLUTOS EN ROCAS
FRACTURADAS CRISTALINAS CERCA DE ORACLE, ARIZONA

Cullen et al

Se han hecho test de trazadores en un granito fracturado cerca de Oracle, Arizona: (a) para desarrollar y demostrar una tecnología para realizar tests de trazados en rocas fracturadas de baja permeabilidad, (b) para medir la variabilidad espacial y direccional de porosidades cinemáticas y dispersivas en tales rocas, y (c) para examinar la extensión a la que se ajustan las teorías existentes en el proceso de transporte químico en las rocas fracturadas.

Los tests de dilución, de gran duración, hechos en los pozos pueden dar una alternativa viable para los tests hidráulicos simples, al menos para estimar la conductividad hidráulica horizontal media en rocas cristalinas. Estos tests pueden ser relativamente simples y requieren muchos menos instrumentos de campos que el resto de los test hidráulicos. En ausencia de algún componente vertical del flujo importante, los tests de dilución pueden ser usados para indicar variaciones en la vertical en las conductividades hidráulicas. Pozos abiertos en los que converja el flujo de trazados pueden ser usados para evaluar la dispersibilidad longitudinal de acuíferos de roca fracturados. El resultado de estos test es específico del lugar y debe ser examinado a la luz de datos hidráulicos y geofísicos.

NOTA: Esta publicación puede ser interesante para dar una primera aproximación de K

UN NUEVO MODELO TRIDIMENSIONAL PARA EL FLUIDO EN ROCAS
FRACTURADAS

Dershowitz et al

Este documento presenta un nuevo modelo tridimensional en elementos finitos. Puede emplearse para el cálculo de propiedades hidráulicas de masas de rocas.

Este estudio introduce un modelo tridimensional y una implantación de elementos finitos.

El nuevo modelo tridimensional de roca fracturada introducida en este documento parece apropiada para establecer una variedad de bases geológicas. Es relativamente fácil usarla como herramienta comparada con los anteriores modelos, e incorpora un paquete de software muy flexible. Los resultados de simulaciones indican que el modelo puede predecir propiedades hidrogeológicas diferentes, sustancialmente para rocas fracturadas.

NOTA: Interesante a la hora de modelizar el funcionamiento de rocas fisuradas

COMPORTAMIENTO HIDROLOGICO DE REDES DE FRACTURAS

Jane C.S. Long et al

Este documento revisa recientes investigaciones de la naturaleza del flujo y transporte en redes discontinuas fracturadas. El comportamiento hidrológico de estas redes ha sido examinado usando un modelo numérico bi y tri dimensional. Los modelos numéricos representan localizaciones aleatorias de redes de fracturas y una apertura hidráulica equivalente. Se compara el flujo y el transporte mecánico de estas redes con el comportamiento de un continuo equivalente. Se puede determinar, así, si una red de fracturas dada puede ser modelada como un medio poroso equivalente, tanto para estudios de transporte como de flujo.

La publicación indica la realización de un módulo tridimensional, de fracturas. Asume que las fracturas son discos que se localizan al azar. Este modelo usa una solución semianalítica para el flujo, por lo que es relativamente fácil usarlo como herramienta para el análisis estocástico.

NOTA: Muy interesante para la modelización, sobre todo cuando el medio fracturado se simula como uno continuo.

EVALUACION DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA DE LA ROCA
FRACTURADA A PARTIR DE LA INFORMACION DE LA GEOMETRIA DE
LAS FRACTURAS

Allen M. Shapiro

En algunas formaciones rocosas fracturadas que se podrían estudiar usando la hipótesis continua, la densidad de las fracturas puede ser inadecuada en comparación con la escala derivada del mecanismo de medición. Por ello el volumen mínimo que es indicativo de la escala continua, es mayor que el instrumento que mide. La interpretación de las mediciones tomadas bajo estas condiciones se convierte en cuestionable en los términos de su uso en la estimación de parámetros continuos tales como la conductancia hidráulica. Cuando se quiere emplear la hipótesis continua debido a su conveniencia, es necesario estimar los parámetros continuos, por métodos que nos permitan el uso de mediciones conducidas sobre un menor volumen que el del volumen elemental representativo (REV). De todas formas un mecanismo de medición dado, puede no ser adecuado en la obtención de respuestas continuas de un fluido en algunas formaciones rocosas fracturadas. Se formula un método para estimar la conductancia hidráulica de una roca fracturada, conociendo la geometría de fractura. Se basa en el promedio de la ecuación del momento lineal del fluido en las fracturas que existen en el REV. El tensor de la conductancia hidráulica que resulta se define en términos de la geometría de fracturas. Como las características geométricas de la fractura no se conocen exactamente, se propone que la conductancia de la fractura esté definida en términos de una fractura geométrica estocástica, lo que permite una asociación probabilística con los valores de la conductancia.

NOTA: Esta publicación hay que tenerla en cuenta a la hora de estimar el volumen elemental equivalente.

TEORIA DE LA OSCILACION DE SLUG TEST EN SONDEOS.

Ross, B.

El test de Van der Kamp es un caso de "test lentos" para medir la transmisividad del acuífero. En este test el agua en un sondeo se somete a un repentino cambio de nivel de agua. El nivel de agua evoluciona despues libremente y se deducen las propiedades hidráulicas.

Cuando se hace subir el nivel del agua, despues el agua desciende a través del sondeo y entra en el acuífero. Cuando el nivel en el acuífero es igual a la del sondeo, el agua continua fluyendo al acuífero a causa de la inercia bajando aún en el sondeo. En el momento en que el descenso en el sondeo cesa, el nivel en el acuífero es mayor que en el sondeo. Este efecto crea la oscilación.

Van der Kamp analizó solo test en acuíferos no profundos donde las oscilaciones son relativamente infrecuentes. En sondeos más profundos, la columna de agua en el sondeo es mayor y necesita más tiempo para estabilizarse. La mayor columna de agua en un sondeo profundo, conlleva una mayor pérdida de energía, debido a la viscosidad del agua. Esta viscosidad no puede ignorarse como lo es en los análisis de Van der Kamp.

Para paliar estas oscilaciones Ross propone un método que indica que el test de oscilación puede darnos unas estimaciones muy útiles para la transmisividad en sondeos profundos si los fluidos y las condiciones de fluido laminar se mantienen y la fricción se toma en cuenta por los analistas. Hay que poner especial atención en las condiciones del test.

Estos resultados indican que el test de oscilación puede darnos unas estimaciones muy útiles para la transmisividad en depósitos profundos si los fluidos y las condiciones de fluido laminar son mantenidas y la fricción es tomada en cuenta por los analistas. Hay que poner especial atención en las condiciones del test.

NOTA:

Importante para interpretar slug en sondeos profundo.

PRINCIPIOS PARA LA INVESTIGACION HIDROGEOLOGICA EN ROCAS CRISTALINAS PROFUNDAS.

Grisa, et al.

La investigación de sistemas hidrogeológicos en rocas cristalinas profundas es de gran interés en muchos programas sobre los desechos radioactivos. Las investigaciones demuestran que la baja permeabilidad, la temperatura ambiente y fenómenos relacionados con el equipo de medición están interrelacionados con el dato de adquisición e interpretación de datos. Esta característica asimismo afecta a los métodos de muestreo hidrogeoquímicos. La medición de la presión, se hace sobre todo usando packers de fondo y aplicando los métodos inmediatamente después de un intervalo de perforación. La presión a la que el intervalo ha estado sujeto antes del test debe incorporarse a estos análisis. La diferencia de temperaturas entre el fluido de perforación y la formación es inevitable, y por ello el dato termal mínimo requerido es la historia termal del intervalo después del "shut in". La presión, relacionada con la temperatura, puede presentar errores para la estimación de la permeabilidad. La cuantificación del equipo puede afectar a la medición de la presión y a su interpretación. La configuración del equipo es muy importante en la interpretación de la permeabilidad. Se han desarrollado modelos de test, basado en técnicas teóricas gráficas.

La inseguridad en la determinación de la conductividad hidráulica puede ser minimizada con un cuidadoso examen de las condiciones del test (isotermal versus long isotermal condiciones), y de los procedimientos del test (identificación y corrección para condiciones iniciales del test pobre o dificultades o mal funcionamiento del equipo), de la elección de los valores de parámetros asumidos

(rocas y propiedades definidas referencias de presión al coeficiente de almacenamiento). La elección de los métodos de análisis de los datos apropiados, es la de las condiciones físicas del sondeo y un examen de si es apropiado la escala de medición seleccionada.

Algunas aproximaciones pueden ser usadas para dar algunas cuantificaciones a estas indeterminaciones que están asociadas con la conductividad hidráulica interpretada a partir de los test de presión:

1) examen de la repetitividad de la conductividad hidráulica interpretada para un test de intervalo particular usando una serie de test en una secuencia. El examen de los resultados del test repetitivo en un tiempo después o aproximadamente en el mismo intervalo de test puede ser asimismo conducido.

2) los análisis sensitivos de los parámetros involucrados en la simulación de todo test hidráulico de sondeo.

3) El análisis sensible para la distribución de la conductividad hidráulica utilizada en un punto o a una escala local o regional.

4) Un análisis formal incierto usando el equivalente al modelo estocástico para la estimación de los parámetros.

NOTA.

Interesante para interpretar ensayos hidráulicos profundos.

INVESTIGACION DE UN PEQUEÑO FLUJO DE AGUA SUBTERRANEA EN UNOS GNEIS MONZONITICOS FRACTURADOS.

Raven, K.G.

Smedley et al

La investigación del flujo del agua subterránea y su velocidad en rocas fracturadas se presenta y evalúa por medio de un detallado estudio llevado a cabo en un pequeño sistema de 200 m x 150 m x 50 m de gneises monzoníticos fracturados. El estudio necesita una continua caracterización de las propiedades de fluido de la masa de rocas que contiene fracturas. Las investigaciones son desuperficie y con sondeos e incluyen un estudio geofísico. Se deduce un mapa de fracturas, se hacen tests hidráulicos y de trazadores, un muestreo del agua superficial y un monitoreo de la toma de datos de base precisos para hacer un modelo que describa matemáticamente el comportamiento del agua subterránea.

El resultado demuestra que la caracterización discreta de estructuras discontinuas es necesaria para explicar los flujos de agua. Para bloques de rocas definidos por una gran estructura discontinua, se ha propuesto un modelo de orientación de apertura de fracturas para suministrar una representación continua anisotrópica de la permeabilidad. El resultado del modelo matemático de flujo sugiere que la permeabilidad calculada utilizando este modelo de orientación de apertura de fracturas solamente es válido para los 30 m superiores de la masa de la roca. - Bajo los 30 m el modelo sobreestima la permeabilidad. Una comparación entre los resultados de los test hidráulicos y de trazadores completado en las fracturas indica que un simple modelo de placas paralelas es inadecuado para

describir las propiedades de transporte de solubles en el pozo.

La compresión del fluido en rocas fracturadas es importante en el estudio de muchos problemas hidrogeológicos.

Las rocas fracturadas consisten típicamente en bloques, separados por discontinuidades o fracturas. En rocas de baja permeabilidad como por ejemplo el granito, los bloques de roca no alterados son, efectivamente, impermeables y una red de fracturas interconectadas sirve como conducto principal para el flujo del agua. A causa de que las fracturas individuales difieren grandemente en su geometría (dimensión, separación, orientación) y en su permeabilidad las propiedades de flujo en la roca raramente es isotropico u homogéneo. En consecuencia, los sistemas de flujo de agua activo en masas de rocas fracturadas puede ser difícil de describir para los propósitos de predicción del comportamiento del agua, y la migración del potencial contaminante. Esta comunicación representa una aproximación para la investigación del flujo de aguas subterráneas y de los campos de velocidades en masas de rocas fracturadas de baja permeabilidad e ilustra la aplicación y evaluación de la aproximación utilizando pequeños sistemas de flujo de aguas en gneis monzoníticos fracturados, situados cerca de Chalk River, Ontario.

NOTA.-

Interesante como planteamiento del estudio.

EL EFECTO DEL DESPLAZAMIENTO DE CIZALLA EN LA PERMEABILIDAD DE JUNTAS RUGOSAS NATURALES.

Makuratia.

La influencia del desplazamiento de cizalla en las juntas permeables ha sido normalmente desatendido.

Para investigar esta relación se diseñó una prensa biaxial cuyas presiones efectivas sobrepasaban los 20 MPa, la presión absoluta del fluido por encima de 0.1 MPa y un máximo desplazamiento de cizalla de 5 mm.

Las muestras son testigos con unas juntas naturales orientadas diametralmente. Métodos especiales permiten arrojar datos de medición del flujo y del desplazamiento de cizalla.

El desplazamiento de cizalla se mide en los extremos de la muestra. El desplazamiento normal se mide entre dos puntos en cada extremo haciendo detectar una apertura irregular o cierre de la junta.

La permeabilidad de una junta simple está en gran medida influenciada por la rugosidad de la superficie de la junta y su apertura. La variación de la apertura de la junta depende de la presión y la permeabilidad, depende de la apertura y del tipo de junta.

La prensa biaxial permite la medida del flujo del fluido por una junta natural, bajo condiciones de tensión variantes y presiones de fluido.

NOTA.-

Interesante para estudiar fracturas individuales.

FLUJO Y TRANSPORTE EN ROCAS FRACTURADAS: CONECTIVIDAD Y EFECTO DE ESCALA

Marsiay

En rocas fracturadas de baja permeabilidad, el flujo de agua está ampliamente gobernado por la conectividad de la red de fracturas, por ejemplo el grado de intersección de las fracturas. Los ejemplos van a ser dados sobre la actual red de las fracturas con una pobre conectividad y estas con una baja permeabilidad. Entonces basado en una percolación aproximada, un umbral de infiltración tridimensional se puede definir para una densidad de la fractura y su tamaño. Para un grupo dado de familias de fracturas la validez del volumen representativo de rocas fracturadas será discutido. Las propiedades de fractura van entonces a demostrar que son variables según la reacción, lo que puede ser estimado por métodos geostatísticos de mediciones locales. Se sugiere un metodo para generar modelos de fracturas al azar, condicionado a las observaciones.

Finalmente se discute el transporte de soluble y particulas en las fracturas.

El problema planteado consiste en determinar si en un medio fracturado se puede definir un volumen representativo elemental (rev.)

En general no se debe hablar de rev, sino de conectividad de fracturas.

NOTA.-

Comunicación interesante para entender los medios fracturados.

PROCESOS DE TRANSPORTE NO ADVECTIVOS EN ROCAS DE MUY BAJA PERMEABILIDAD.

Walter

Los procesos de transporte no advectivos (aquellos que no dependen de los movimientos del agua) pueden afectar a los transportes contaminantes de la misma manera o más que procesos advectivos, en los medios muy poco permeables.

La literatura hidrologica se ha ocupado sobre todo de los procesos no advectivos y de la difusión molecular. En principio, la difusión molecular simple es una fase del transporte no advectivo acuoso de potencial importancia en las investigaciones de almacenes de residuos nucleares. Estos procesos incluido la advección, están casi resumidos por procesos termodinámicos irreversibles convencionales, lo que nos dan una base para evaluar la importancia potencial de tales procesos como difusión de multicomponentes, difusión termal, osmosis, y filtración de iones en transporte de y para las reposiciones de residuos nucleares. Esta publicación evalúa la importancia de los diferentes procesos no advectivos bajo las condiciones físicas y químicas muy parecidas, muy cerca a las de un canister de residuos nucleares.

La finalidad de esta publicación es de proveer de un resumen teórico sobre los procesos de transporte no advectivos en rocas de baja permeabilidad y para asegurar su potencial importancia en el transporte de radionucleidos. Evalúa la importancia de los diferentes procesos de transporte dentro del contexto de sistemas naturales, este trabajo extiende la evaluación a las condiciones que

pueden existir cerca de un repositorio de residuos nucleares.

NOTA.

Bastante interesante para conocer la diferencia entre el transporte de contaminantes en rocas permeables e impermeables.