

IFDM

Integrated Formation Damage Model

INTEGRATED FORMATION DAMAGE MODEL

Perforación y Completamiento

Manual de Usuario

Versión 2018



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

1 PRÓLOGO

INTEGRATED FORMATION DAMAGE MODEL constituye una herramienta computacional que permite el estudio integrado del daño de formación, la cual incluye opciones tales como análisis IPR, desagregación del daño de formación por componentes, discretización del daño de formación por mecanismos de daño mediante el análisis multiparamétrico, análisis de sensibilidades, con una base de datos georreferenciada, entre muchas otras. IFDM fue desarrollado con el fin de manejar la información relevante al daño de formación de los campos colombianos operados por el grupo empresarial ECOPETROL para realizar un diagnóstico y discretización del daño de formación, así como visualizar tendencias y riesgo de daño, presentando parámetros estadísticos de interés para los análisis y estudios integrados sobre este tema.

La presente Manual de Usuario detalla la entrada de datos para realizar los análisis mencionados anteriormente. Se requiere cierto conocimiento básico de ingeniería de yacimientos al igual que una experiencia sobre el estudio de daño de formación. Esta Manual de Usuario provee un procedimiento paso a paso para la preparación de datos de entrada para este programa.

Al elaborar el presente Manual de Usuario, se hizo todo el esfuerzo para proveer al usuario todos los detalles necesarios. Si surgen consultas, sírvase contactar al:

Grupo de Investigación de dinámicas de flujo y transporte.

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas

Medellín, Colombia

Teléfono: 4255196

Sitio Web: <http://minas.medellin.unal.edu.co/gruposdeinvestigacion/dinamicas-de-flujo-y-transporte/>

Correo electrónico: dft_med@unal.edu.co

Confidencialidad: Todos los componentes de la tecnología de IFDM, incluido el software y la documentación conexa, están protegidos por derechos de autor. Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra y la transmisión por cualquier medio o método, ya sea electrónico, mecánico u otro, incluyendo los sistemas de fotocopia, registro o tratamiento informático, a cualquier parte que no esté autorizada por las entidades participantes.

1. INTRODUCCIÓN

Este manual de usuario se presenta como una herramienta detallada para el uso del software web IFDM por sus siglas en inglés (Módulo Integrado de Daño de Formación). El contenido a continuación detalla cada uno de los pasos y herramientas para el análisis del radio de invasión y skin en el Módulo de Daño por Fluido de Perforación y Completamiento.

Mediante el contenido de este manual el usuario podrá comprender de una manera sencilla el correcto uso del aplicativo, así como consultar las múltiples dificultades que se presenten en el manejo del mismo

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

2.1. Acceso al sistema

Se denomina *Acceso al Sistema*, a la interfaz inicial que le permite a un usuario determinado ingresar al aplicativo. Para ingresar a *Acceso* lo puede hacer mediante el siguiente link: <http://ifdm.dftmp.co/auth/login>

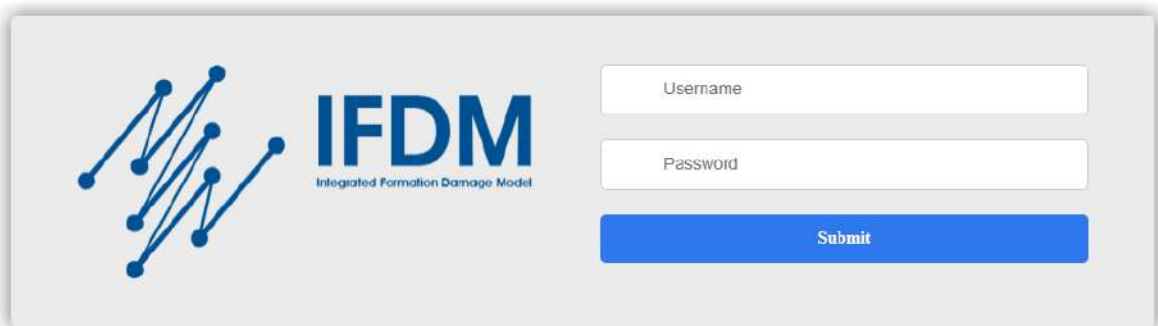


Ilustración 1. Interfaz de ingreso de usuario

En el recuadro denotado como *Username* se ingresa el usuario que le será previamente asignado. En el recuadro denotado como *Password* se ingresa la contraseña de dicho usuario. Finalmente se realiza *click* en el botón azul con la descripción *Submit* para ingresar a la herramienta de análisis.

3. VERIFICAR INFORMACIÓN EXISTENTE

Previo a la evaluación o el diagnóstico del daño por fluido de perforación y completamiento es pertinente confirmar si en la base de datos (*Database*) de la herramienta se encuentra la información correspondiente al pozo o fluido de perforación de análisis. En el menú *Database*, submenú *Database Managent* verificar:

- Cuenca, *Basin*.
- Campo, *Field*.
- Formación, *Formation*.

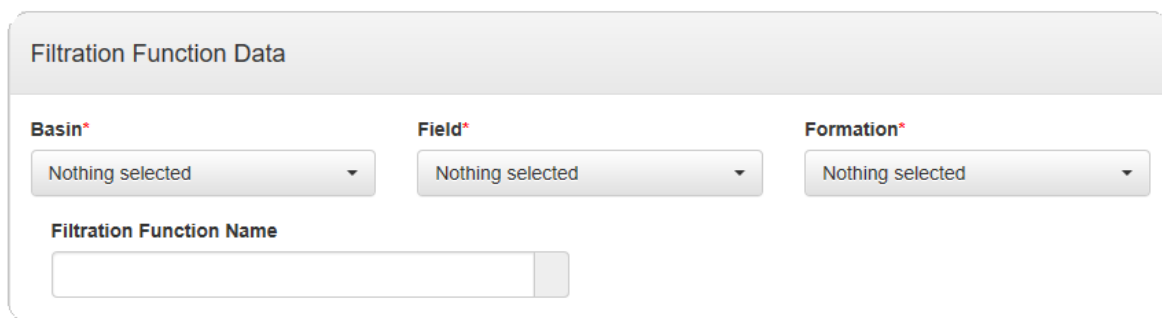
- Pozo, *Well*.
- Intervalo productor, *Producing Interval*.
- Proyecto, *Project*.

De lo contrario puede dirigirse al Manual de Usuario Aplicativo IFDM sección XX y completar la información inexistente.

4. CURVA DE FUNCIÓN DINÁMICA DE FILTRADO

Igualmente, es pertinente determinar si los fluidos de perforación de estudio se encuentran en la base de datos, de lo contrario seguir el siguiente esquema: *Database > Add Data > Filtration Function*. Lo cual lo debe dirigir a la interfaz que se presenta en la ilustración 2.

Add Filtration Function



The interface is titled "Filtration Function Data". It contains three dropdown menus for selection: "Basin*", "Field*", and "Formation*", each currently displaying "Nothing selected". Below these menus is a text input field labeled "Filtration Function Name".

Ilustración 2. Interfaz de creación función de filtrado

El sistema permite generar una curva de filtrado de un fluido de perforación característico de una cuenca, campo y formación; con el fin de ser evaluado en un pozo de interés. Adicionalmente, debe asignar un nombre característico de la función de filtrado, suele ser pertinente el nombre del fluido de perforación y el nombre del pozo de análisis.

En este punto la herramienta permite construir la curva de Función de Filtrado de dos formas:

4.1. Estableciendo los parámetros A y B manualmente.

Si se conoce el comportamiento de filtración de los fluidos de perforación se completa la información requerida: los parámetros A y B y la información básica del fluido de perforación con el fin de caracterizar e identificarlos a futuro.

- Composición.
- Densidad (ppg).

- Propiedades reológicas: viscosidad plástica, VP (cP); punto de cedencia, YP (lb/ft²*1000); fuerza gel, Gel ().

Set Filtration Function Factors

a

-

Mud Density

lb/gal lb/gal

Kd/Ki Mud

-

b

-

Kd/Ki Cement Slurry

-

Core Diameter

-

Ilustración 3. Interfaz de creación función de filtrado – parámetros A y B.

4.2. A partir de curvas de filtración dinámica de pruebas de desplazamiento.

La ilustración 4 presenta la interfaz para la construcción de la función de Filtrado a partir de las curvas de filtrado obtenidas en pruebas de retorno de permeabilidad. Debe diligenciarse la siguiente información:

- Densidad del lodo, *Mud Density* (ppg).
- Relación de daño permeabilidad después del daño por fluido de perforación, Kd; permeabilidad inicial, Ki. *Kd/Ki Mud* (adimensional).
- Relación de daño permeabilidad después del daño por fluidos de completamiento, Kd; permeabilidad inicial, Ki. *Kd/Ki Cement Slurry* (adimensional).
- Diámetro del núcleo, *Core diameter* (cm).

En la sección Pruebas de Laboratorio, *Laboratory Test*, diligenciar la información:

- Permeabilidad del Núcleo, *Core Permeability* (mD).
- Presión de sobrebalance de la prueba de laboratorio, *Pob* (psi).
- Prueba de filtración Tiempo (min) vs Volumen de filtrado (ml), *Time vs Filtration Volume* (ml).

Existe la opción de adicionar más pruebas de filtrado relacionado al mismo fluido de perforación a diferentes condiciones de presión o permeabilidad, botón amarillo *Add Extra Laboratory Test*. Adicionalmente, se encuentra la opción de graficar las curvas de filtrado, botón azul, *Plot*.

Posteriormente se debe diligenciar cada recuadro de la siguiente manera:

- Nombre del escenario, *Scenario Name*. Aquí se ingresa el nombre que tendrá el escenario.
- Nombre del proyecto, *Project Name*: Al hacer clic en el recuadro de *Project Name* se abre un menú desplegable el cual muestra todos los proyectos visibles para ese usuario en donde se selecciona el de interés, además también aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del proyecto.
- *Type*: Al hacer clic en el recuadro *Type* se abre un menú desplegable donde se selecciona el escenario de *Drilling and Completion*.

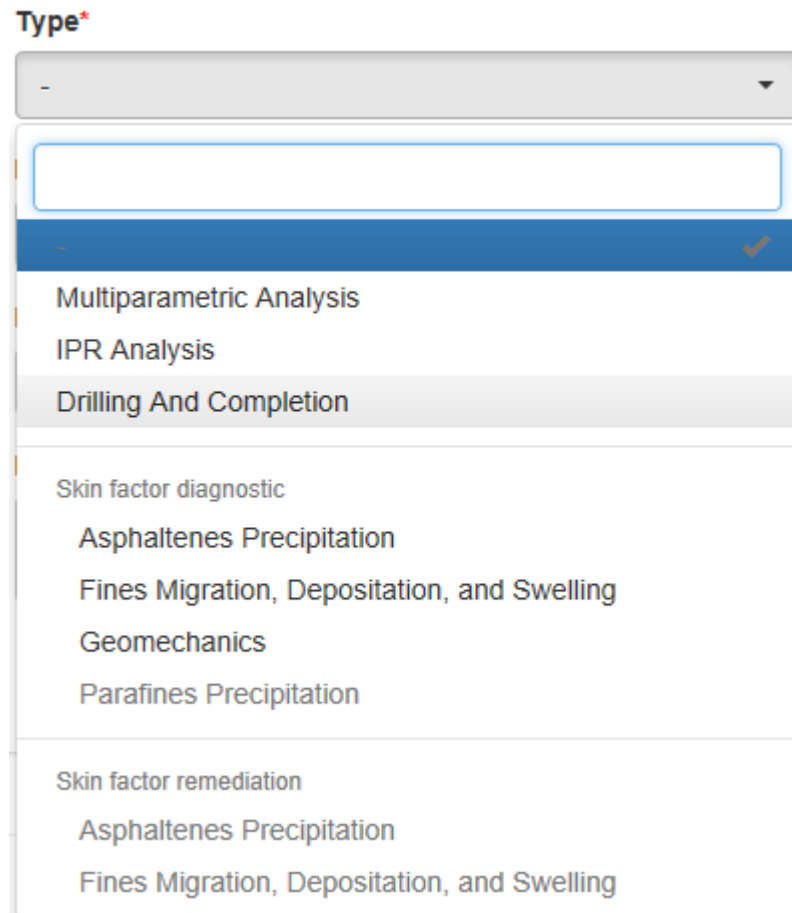


Ilustración 7. Menú desplegable de la sección *Type*

- Cuenca, *Basin*: Al hacer clic en el recuadro *Basin* se abre un menú desplegable donde se selecciona la cuenca a trabajar. Adicionalmente, aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre de la cuenca.
- Campo, *Field*: Después de seleccionar la cuenca (*Basin*) al hacer clic en el recuadro *Field* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el campo referente a la cuenca. Adicionalmente, aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del campo.
- Pozo, *Well*: Después de seleccionar el campo (*field*) al hacer clic en el recuadro *Well* se abrirá un menú desplegable donde se selecciona el pozo. Adicionalmente, aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del pozo.

- Intervalo Productor, *Producing Interval*: Después de seleccionar el pozo (*Well*) al hacer clic en el recuadro *Producing Interval* se abrirá un menú desplegable donde se escoge el intervalo productor que se va a trabajar. Adicionalmente, aparece un recuadro en blanco donde se puede escribir el nombre del intervalo productor.
- *Study date*: Aquí se selecciona la fecha del análisis en el que fue hecho, se puede ingresar manualmente con el teclado o desde la parte derecha del recuadro seleccionar la fecha deseada.
- *Description*: Aquí se puede agregar una descripción del escenario.

Al crear un escenario de *Drilling and Completion* aparecerá la interfaz mostrada en la ilustración 8. El escenario cuenta con tres etapas: Datos generales, *General Data*; Datos relacionados a la perforación y cementación, *Drilling and Cementing Data*; Selección de la función de filtrado, *Filtration Functions*. Si el nombre de una de estas secciones está en rojo significa que hay datos incompletos en dicha sección.

Scenario: Caso 3

Basin: Llanos Orientales - Field: Castilla - Producing interval: Castilla_ K1Inf & K2 - Well: Castilla-37

User: Johanna Vargas

General Data Drilling And Cementing Data Filtration Functions

Ilustración 8. Interfaz escenario de perforación y completamiento

5.1. Datos generales – *General Data*

Esta sección está compuesta de dos subsecciones: *General Data* e *Input Data*.

General Data: Se deben seleccionar las formaciones y posteriormente los intervalos productores que se quieren analizar. A continuación, se despliega una tabla donde se debe ingresar los siguientes datos:

- Tope de la formación, *Tope* en pies (ft).
- Profundidad del hueco inferior, *Bottom* en pies (ft).
- Presión del yacimiento, *Reservoir Pressure* en libras por pulgada cuadrada absoluta (psi).
- Diámetro del hueco, *Hole* en pulgadas (in).
- Diámetro de la tubería, *Drill pipe* en pulgadas (in).

General Data
Drilling And Cementing Data
Filtration Functions

General Data

Formation*
Mirador - ECP

Producing Interval*
Castilla_ K1Inf & K2

	Interval	Top [ft]	Bottom [ft]	Reservoir Pressure [psi]	Hole Diameter [in]	Drill Pipe Diameter [in]
1	Castilla_ K1Inf & K2	2700	3200	2700	8.5000000	3.5000000
2						

Ilustración 9. Sección General Data de Drilling and Completion

Input Data: Se requiere determinar el método de entrada de los datos de la formación de producción, puede ser mediante: Promedio, *Average*; intervalos, *By intervals* o Perfil, *Profile*; tal como se puede observar en la Ilustración 10.

Input Data

Input Data Method*

Nothing selected

Average
By Intervals
Profile

Ilustración 10. Sección Input Data

Si se selecciona la opción *Average*, como se observa en la Ilustración 11, se debe ingresar: el nombre de la formación, porosidad (%), permeabilidad (*mD*), intensidad de la fractura (#/ft) y saturación irreducible (%) promedio de la formación. Puede que alguno de los datos aparezca como predeterminados, sin embargo, pueden ser modificados.

Input Data

Input Data Method*

Average

	Formation	Porosity [-]	Permeability [mD]	Fracture Intensity [#ft]	Irreducible Saturation [-]
1	Mirador - ECP	23	0		
2					

Ilustración 11. Opción de ingreso de datos - Average

Por el contrario, si se prefiere la opción de *By Intervals*, como se observa en la Ilustración 12, se debe ingresar los datos de los intervalos productores escogidos con anterioridad: el nombre de la formación, porosidad (%), permeabilidad (mD), intensidad de la fractura (#/ft) y saturación irreducible (%). Puede que alguno de los datos aparezca como predeterminados, sin embargo, pueden ser modificados.

Input Data

Input Data Method*

By Intervals

	Interval	Porosity [-]	Permeability [mD]	Fracture Intensity [#ft]	Irreducible Saturation [-]
1	Mirador	50	243		
2	Cup Mir	50	243		
3	wed	8.5000000	300		
4					

Ilustración 12. Opción de ingreso de datos – By intervals

Por último, si se selecciona *Profile*, como se observa en la Ilustración 13, se debe ingresar detalladamente la formación de análisis especificando cada intervalo de profundidad: porosidad (%), permeabilidad (mD), intensidad de la fractura (#/ft) y saturación irreducible (%). Puede que alguno de los datos aparezca como predeterminados, sin embargo, pueden ser modificados.

Input Data

Input Data Method*

Profile

Plot

	Depth [ft]	Porosity [-]	Permeability [mD]	Fracture Intensity [#ft]	Irreducible Saturation [-]
1	2725	0.3000000	816	0	0.2000000
2	2750	0.3000000	862	0	0.2600000
3	2775	0.3100000	639	0	0.2700000
4	2800	0.2800000	996	0	0.2000000
5	2825	0.3100000	668	0	0.2700000
6	2850	0.2800000	924	0	0.2600000
7	2875	0.3000000	741	0	0.2600000
8	2900	0.2800000	638	0	0.2300000
9	2925	0.3300000	819	0	0.2400000
10	2950	0.3300000	931	0	0.2100000
11	2975	0.3100000	770	0	0.2200000
12	3000	0.3100000	785	0	0.2100000
13	3025	0.3200000	638	0	0.2600000
14	3050	0.3300000	900	0	0.2700000
15	3075	0.2800000	658	0	0.2200000
16	3100	0.2900000	639	0	0.2500000
17	3125	0.3100000	692	0	0.2300000
18	3150	0.2800000	828	0	0.2100000
19	3175	0.3000000	826	0	0.2400000
20	3200	0.2700000	882	0	0.2100000
21					

Ilustración 10. Opción de ingreso de datos – Profile

Además, en esta subsección se tiene la opción de graficar los datos mediante el botón azul *Plot* que se encuentra en la parte derecha, así se observa en la Ilustración 11

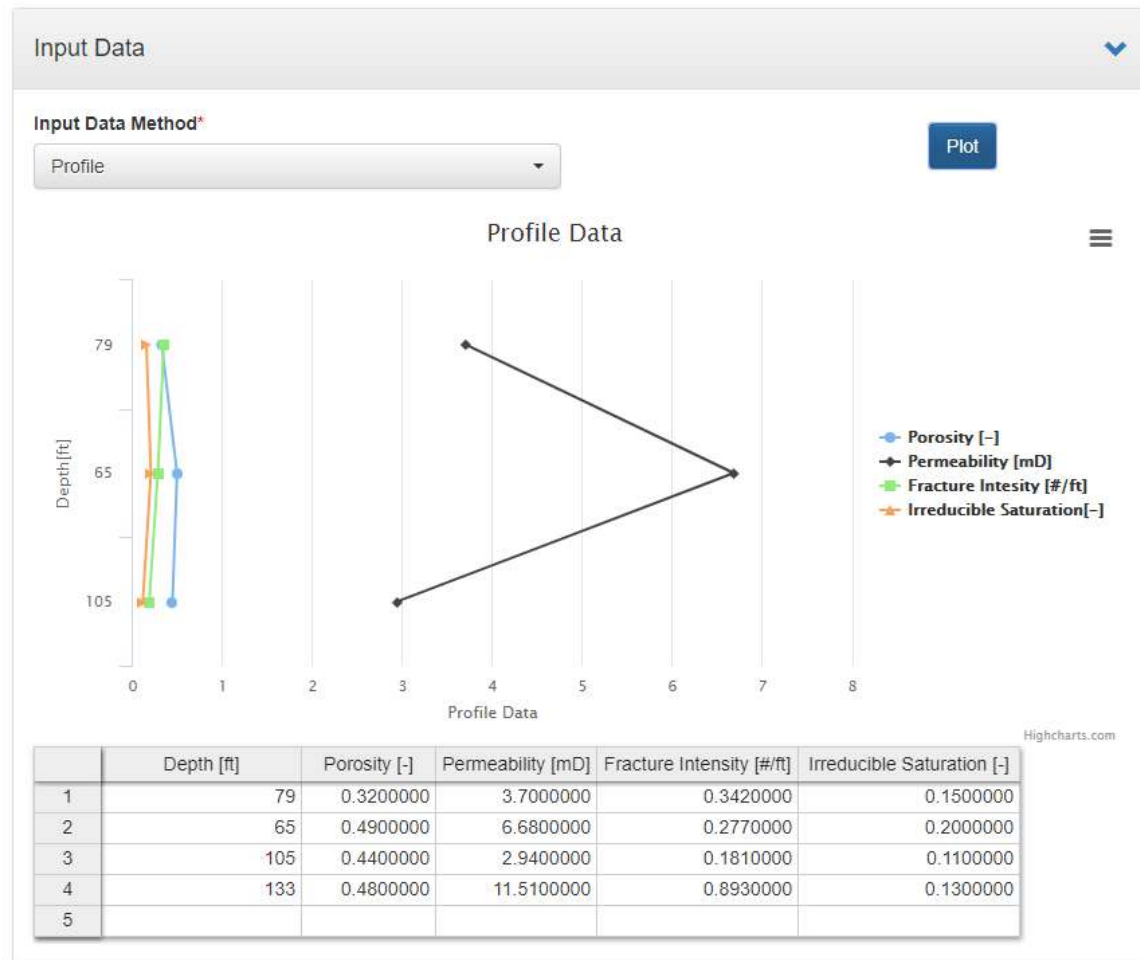


Ilustración 14. Grafico de Input data con profile

5.2. Datos de perforación y cementación - Drilling And Cementing Data

En esta sección se tienen dos subsecciones: Datos de perforación, *Drilling Data* y datos de cementación, *Cementing Data*.

Drilling Data: En esta sección se debe ingresar la información correspondiente a la etapa de perforación:

- Tiempo de exposición total, *Total Exposure Time (d)*.
- Tasa de bombeo del lodo, *Pump rate (gpm)*.
- Densidad máxima del lodo, *Max Mud Density (ppg)*.
- Tasa de perforación, *ROP (ft/h)*. Automáticamente la herramienta calcula este valor, sin embargo, se puede modificar si se cuenta con uno más preciso.
- Densidad equivalente de circulación, *ECD (Equivalent Circulating Density) (gpm)*.

General Data
Drilling Data
Cementing Data
Filtration Functions

Drilling Data

Total Exposure Time *

8

d

Pump Rate *

700

gpm

Max Mud Density *

9

lb/gal

ROP *

1.0677083333333

ft/ho

ECD (Equivalent Circulating Density) *

9

gpm

Calculate ECD

Ilustración 15. Sección Drilling And Cementing Data – Drilling Data

Cementing Data: Se debe ingresar la información correspondiente a la etapa de cementación o completamiento.

- Tiempo de exposición total, *Total Exposure Time* (d).
- Tasa de bombeo del cemento, *Pump rate* (gpm).
- Densidad de la lechada, *Cement Slurry Density* (ppg).

General Data
Drilling Data
Cementing Data
Filtration Functions

Cementing Data

Available

Total Exposure Time *

1

d

Pump Rate *

168

gpm

Cement Slurry Density *

9

lb/gal

ECD (Equivalent Circulating Density) *

15.8

gpm

Calculate ECD

Ilustración 16. Sección Drilling And Cementing Data – Cementing Data

5.3. Función de Filtrado - Filtration Functions

En esta sección se selecciona la función de filtrado correspondiente al fluido de perforación de análisis. La interfaz se presenta en la ilustración 17.



The screenshot shows a software interface with four tabs at the top: 'General Data', 'Drilling Data', 'Cementing Data', and 'Filtration Functions'. The 'Filtration Functions' tab is active. Below the tabs is a section titled 'Filtration Function' with a blue downward arrow icon. Inside this section, there is a dropdown menu labeled 'Filtration Function*' with 'Lodo Halliburton' selected. Below the dropdown are two input fields: 'a*' with the value '0.00002' and 'b*' with the value '0.458'. Both input fields have a minus sign button to their right.

Ilustración 17. Sección Filtration Functions

Se debe escoger una función de filtración dinámica para cada formación, como se observa en la Ilustración 17.

Finalmente, se da al botón azul *Run*. Los resultados que se presentan son: El perfil de invasión (ft) vs profundidad (ft) para las etapas de perforación y cementación. Adicionalmente, se presenta para la fase de perforación, cementación y un total los siguientes parámetros:

- Máximo Skin calculado, *Maximum Calculated Skin* (adimensional).
- Skin promedio calculado, *Average Calculated Skin* (adimensional).
- Volumen total invadido, *Total Invasion Volumen* (bbl).
- Máximo radio de invasión, *Maximum Invasion Radius* (ft).
- Radio promedio de invasión, *Average Invasion Radiud* (ft)

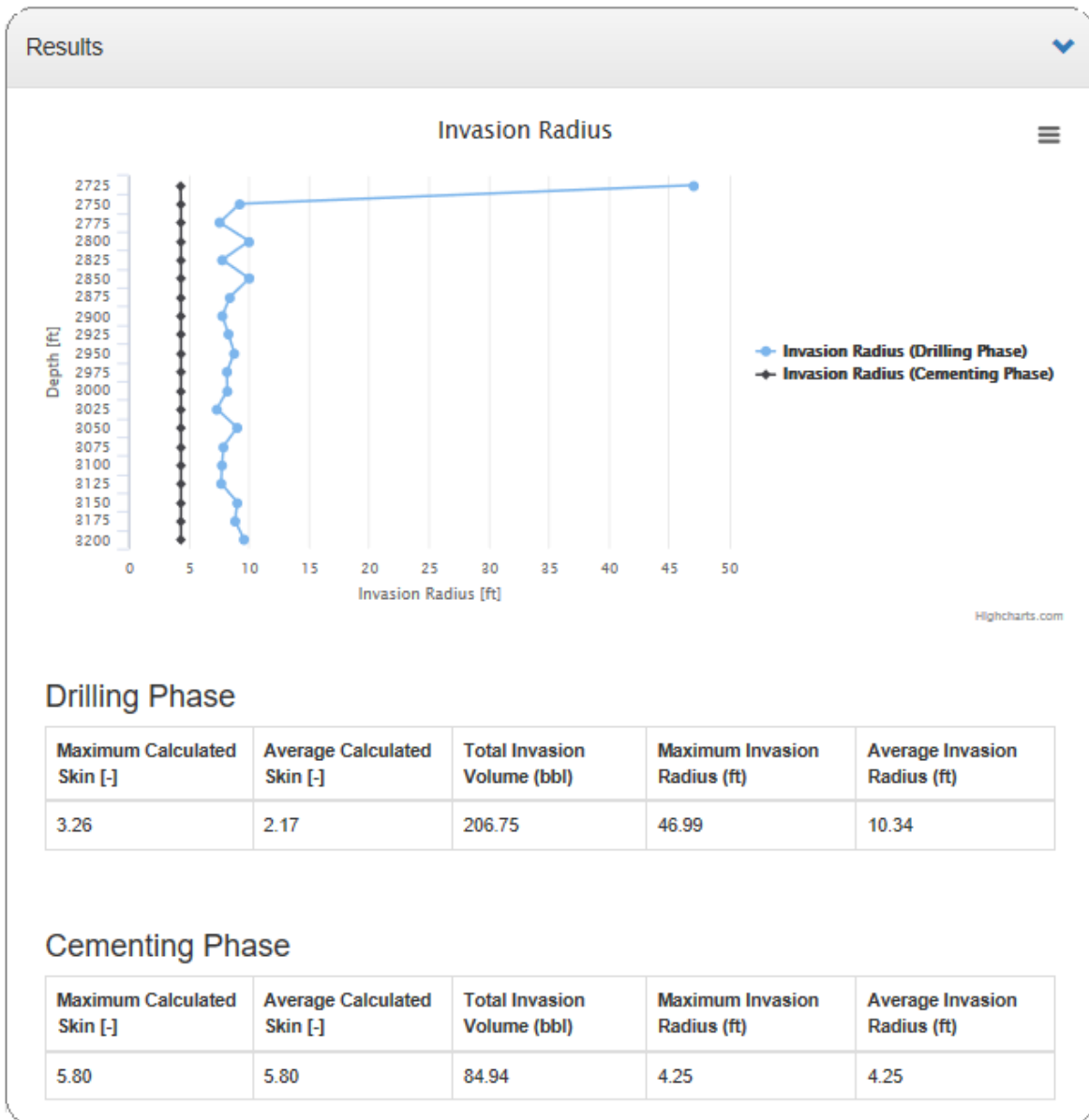


Ilustración 18 Resultados de Drilling and Cementation

Análogamente, la herramienta presenta un resumen del cálculo del skin total, *Total Skin*; volumen de filtrado total, *Total Filtration Volume*; radio total de invasión, *Total Invasion Radius*. Filamente, la herramienta cuenta con una opción de edición de los resultados, botón amarillo, *Edit*.

Total Skin

Calculated Skin - Maximum Total [-]	Calculated Skin - Average Total [-]
9.04	7.96

Total Filtration Volume

Filtration Volume - Maximum Total [bbl]	Filtration Volume - Average Total [bbl]
-233.42	-286.71

Total Invasion Radius

Total Invasion Radius - Maximum Total [ft]	Total Invasion Radius - Average Total [ft]
51.21	14.58

Edit

Ilustración 19. Resultados de Drilling and Cementation