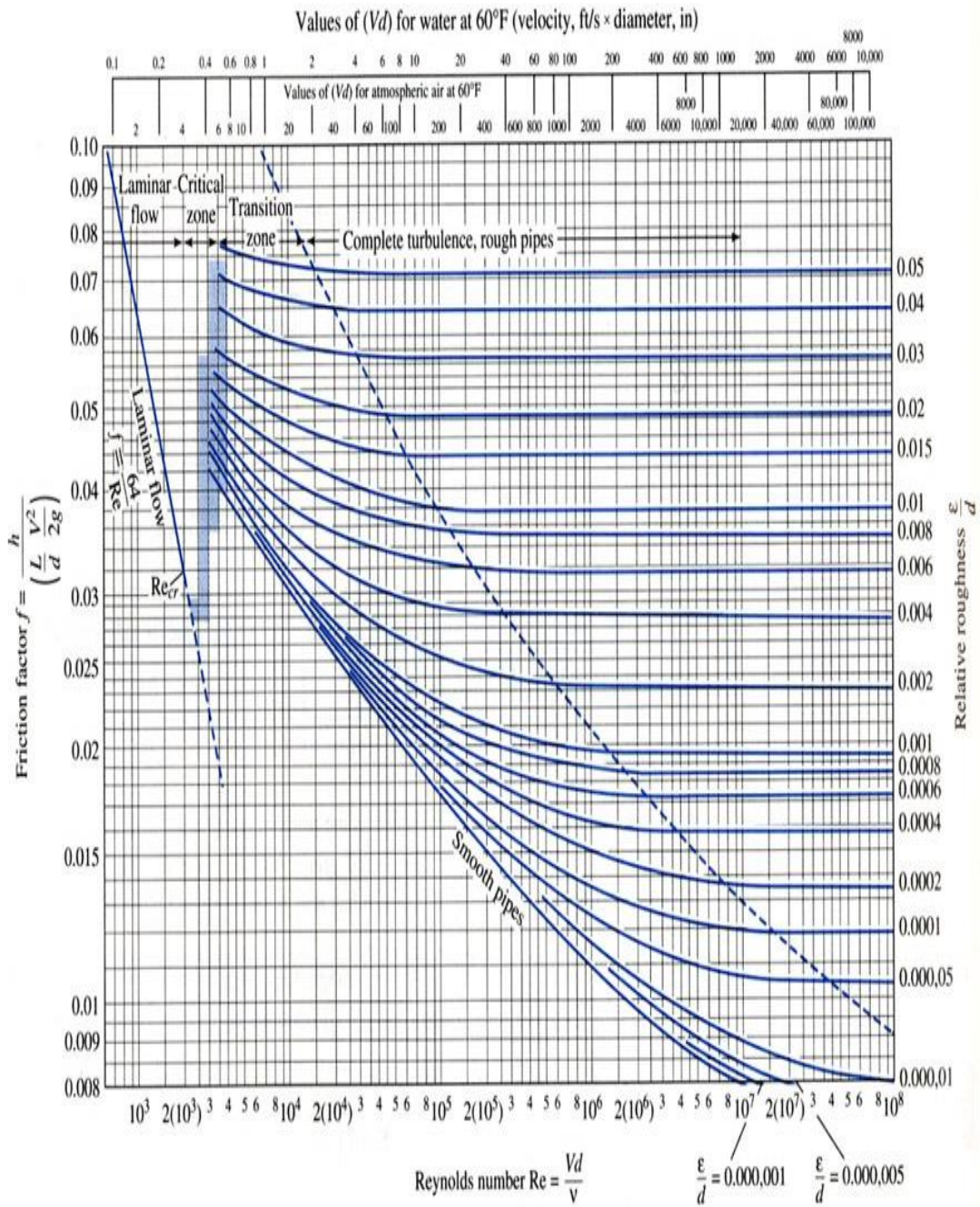


9. ANEXOS

9.1. Anexo A: Diagrama de Moody



## 9.2. Anexo B: Hoja de datos de DRA



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## LP 100

Para petróleo crudo

#### Antecedentes

El LP.100 Flow Improver es parte de la línea de ConocoPhillips Specialty Products Inc. que brindan tecnología superior e innovadora para mejorar las condiciones de flujo. Este producto pionero en estado suspendido, es la respuesta para mejorar las condiciones de circulación en oleoductos de petróleos crudos.

#### Characteristics

El LP.100 Flow Improver es una suspensión acuosa. Posee óptimas características como reductor de fricción en muchas aplicaciones en oleoductos. El LP.100 Flow Improver puede reducir en más del 80% la fricción. Esto permite a las empresas tomar decisiones estratégicas para disminuir los costos operativos de oleoductos, incrementar la producción, reducir la presión de línea o incluso omitir estaciones intermedias de bombeo.

Se disuelve en el fluido que circula sin formar un revestimiento en la superficie interna del oleoducto. Aumenta el caudal de producción y al mismo tiempo reduce la corrosión interna.

La tecnología de polímeros utilizada por ConocoPhillips permite liberar más polímeros activos por unidad de volumen del producto tratado y mejora el proceso de disolución. El polímero utilizado tiene excelente afinidad con los hidrocarburos y genera una notable reducción de la fricción bajo distintas condiciones de servicio. También tiene una extraordinaria propiedad de resistencia a las fuerzas de corte.

#### Manipulación del producto

El LP.100 Flow Improver es fácil de manejar, almacenar y limpiar. Es inofensivo para el medio ambiente y no es inflamable. Fluye fácilmente y no necesita almacenarse en tanques presurizados con nitrógeno.

Véanse al dorso las propiedades del producto

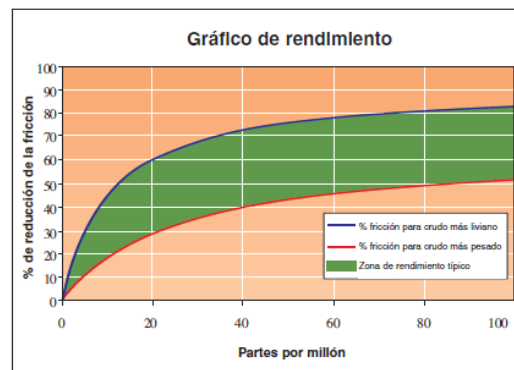
### Beneficios

#### Rendimiento extraordinario

- Más del 80% de reducción de la fricción
- Permite aumentar los caudales con la misma presión de bombeo
- Mantiene el valor del flujo al tiempo que reduce la presión de línea
- Permite omitir la intervención de estaciones intermedias de bombeo

#### Tecnología superior

- Eleva la capacidad de transporte del oleoducto sin necesidad de inversiones de capital
- Se necesita menos volumen de polímero para obtener los mismos resultados
- Menos caudal de inyección que otros reductores de fricción
- Mayor velocidad de disolución que otros reductores de fricción
- Reduce en un 40% de la corrosión interna del oleoducto
- Disminuye las pérdidas por disipación de calor del crudo



La curva de rendimiento muestra el rango de rendimiento en el cual opera el LP™ 100 Flow Improver en función del tipo de oleoducto y las condiciones del crudo.

Comuníquese con nosotros en [www.LiquidPower.com](http://www.LiquidPower.com)

El logotipo de LiquidPower y todos los productos con los símbolos de ™ o ® son marcas registradas de ConocoPhillips o de sus subsidiarias.



# LP™ 100

## PROPIEDADES DEL PRODUCTO

PROPIEDADES GENERALES	
Uso destinado	Con petróleo crudo
Tipo de mejorador de flujo	En estado suspendido
Medio portador/solvente	Agua
RENDIMIENTO	
Máxima reducción de la fricción	Mayor del 80%
Concentración típica	10 a 50 ppm
PROPIEDADES TÍPICAS	
Color	Blanco
Densidad	8 libras/galón (0.96 g/cm <sup>3</sup> )
Punto de inflamación	No corresponde
Viscosidad	350 cP a 511 <sup>+1</sup> (No newtoniano)
Punto de congelamiento	32 °F (0 °C)
Punto de ebullición	212 °F (100 °C)
Presión de vapor	0.95 libras/pulg. <sup>2</sup> (24 mm de Hg a 25 °C)
MANIPULACIÓN	
Rango de temperatura de servicio	32 °F a 110 °F (0 °C a 43.3 °C)
Estabilidad del producto	Estable en suspensión
	Se recomienda agitación intermitente
Presión	No necesita recipientes presurizados ni presurización con nitrógeno
Calentamiento	Se ofrece control climático ambiental
EQUIPOS DE INYECCIÓN	
Bombas	Hay varios tipos de bombas para distintas dosificaciones y condiciones de servicio
Rango de caudal	5 a 2500 galones/día (20 a 9500 litros/día)
Caudalímetro	De masa (Coriolis)
Automatización	Disponible
SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE (Véase la Hoja de Datos de Seguridad de Materiales)	
Seguridad	No peligroso; no inflamable
Salud	Baja toxicidad. Equipos convencionales de protección
Medio ambiente	Toxicidad acuática muy baja

Los datos presentados son el resultado de pruebas y experiencias que ConocoPhillips considera fiables, y se brindan únicamente con propósitos informativos. ConocoPhillips no asume ninguna responsabilidad civil por daños o lesiones derivadas del uso de los datos aquí contenidos y ninguno de dichos datos constituye una garantía ni una representación de garantía (incluida exención de responsabilidad civil relacionada con patentes) por parte de ConocoPhillips sobre los productos que se describen ni sobre el uso de los mismos para propósitos particulares, aunque dichos propósitos sean conocidos por ConocoPhillips.

**Norteamérica  
Latinoamérica**  
P.O. Box 2197  
Houston, TX 77252-2197  
EE.UU.  
Teléfono: +1.832.486.2834  
+1.800.897.2774 (en EE.UU., sin cargo)  
Fax: +1.832.486.2881

**Europa, Oriente Medio, África,  
Asia y Oceanía**  
Mediaalaan 50  
1800 Vilvoorde  
Bruselas  
Bélgica  
Teléfono: +32.2.263.0520  
Fax: +32.2.267.5176

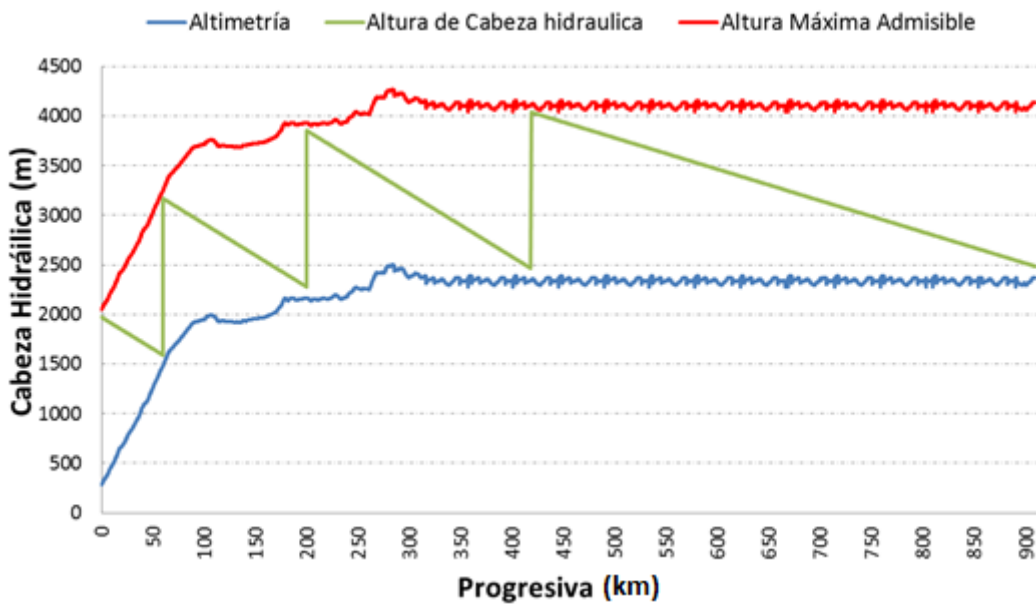
**Rusia y CIS**  
1st Brestskaya str. 29, 8th Floor  
Moscú, Rusia 125047  
Teléfono: +7.095.785.2859  
Fax: +7.095.785.2803



**9.3. Anexo C: Resultados a 75 MBPD, Opción 1.1**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.73	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	75000	75000	75000	75000	75000	75000
Concentración DRA (ppm)	0	0	0	12.4	12.4	12.4
Presión de Entrada (bar)	7	7.1	7.0	7.0	56.6	7.0
Presión de Salida (bar)	105.0	105.0	105.0	105.0	56.6	-
Velocidad (m/s)	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
Reynolds	1280857	1280857	1280857	1280857	1280857	1280857
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.396	0.396	0.396	0.197	0.197	0.197

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	6291.2
	Pérdida de energía por fricción (m)	4213.8
	Pérdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	111.9
	Energía cinética final (m)	0.1



**Sistema X3 75 MBPD – Perfil hidráulico Opción 1.1**

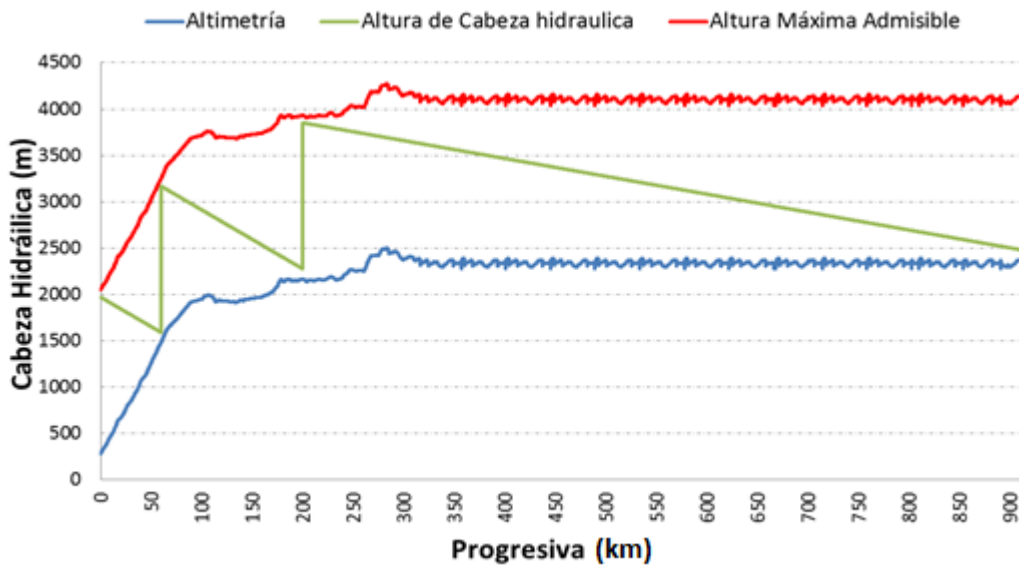
**Fuente:** Elaboración propia



**9.4. Anexo D: Resultados a 75 MBPD, Opción 1.2**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.7	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	75000	75000	75000	75000	75000	75000
Concentración DRA (ppm)	0	0	32.8	32.8	32.8	32.8
Presión de Entrada (bar)	7	7.1	7.0	67.2	37.8	6.8
Presión de Salida (bar)	105.0	105.0	105.0	67.2	37.8	-
Velocidad (m/s)	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
Reynolds	1280857	1280857	1280857	1280857	1280857	1280857
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.396	0.396	0.120	0.120	0.120	0.120

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	4718.2
	Pérdida de energía por fricción (m)	2641.7
	Pérdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	109.7
	Energía cinética final (m)	0.1



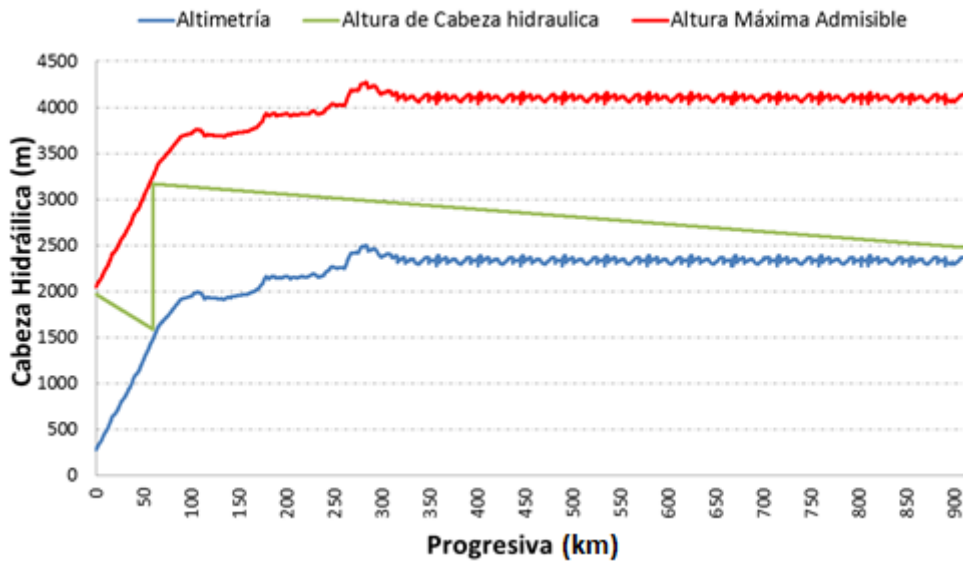
**Sistema X3 75 MBPD – Perfil hidráulico Opción 1.2**

Fuente: Elaboración propia

**9.5. Anexo E: Resultados a 75 MBPD, Opción 1.3**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.7	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	75000	75000	75000	75000	75000	75000
Concentración DRA (ppm)	0	240.5	240.5	240.5	240.5	240.5
Presión de Entrada (bar)	7	7.0	55.3	32.8	20.7	6.8
Presión de Salida (bar)	105.0	105.0	55.3	32.8	20.7	-
Velocidad (m/s)	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
Reynolds	1280857	1280857	1280857	1280857	1280857	1280857
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.396	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	3146.4
	Pérdida de energía por fricción (m)	1846.7
	Pérdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	108.5
	Energía cinética final (m)	0.1



**Sistema X3 75 MBPD – Perfil hidráulico Opción 1.3**

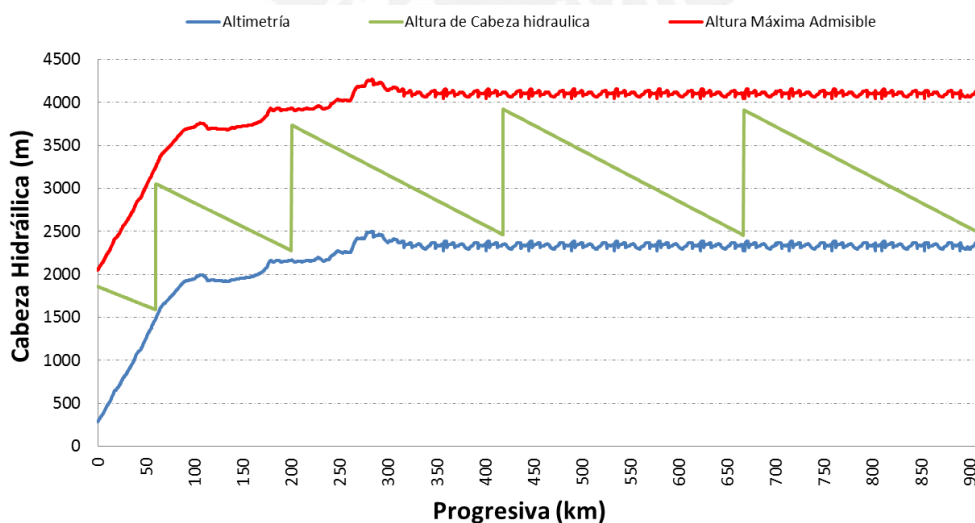
**Fuente:** Elaboración propia

**9.6. Anexo F: Resultados a 90 MBPD, configuración original**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.73	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Concentración DRA (ppm)	12.1	7.2	6.2	6.0	6.1	6.1
Presión de Entrada (bar)	7	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Presión de Salida (bar)	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	-
Velocidad (m/s)	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
Reynolds	1529288	1529288	1529288	1529288	1529288	1529288
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.280	0.346	0.364	0.368	0.367	0.367

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	7303.6
	Pérdida de energía por fricción (m)	5225.4
	Pérdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	112.4
	Energía cinética final (m)	0.1

Cálculo de DRA	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5
Distancia	59.8	140.2	218.2	248.6	242.7
Pérdida por fricción sin DRA (m)	536.7	1258.2	1958.2	2231.0	2178.1
Pérdida por fricción con DRA (m)	269.4	779.5	1276.0	1470.0	1430.7
Factor de Reducción de Fricción (F)	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3
Concentración de DRA (ppm)	12.1	7.2	6.2	6.0	6.1



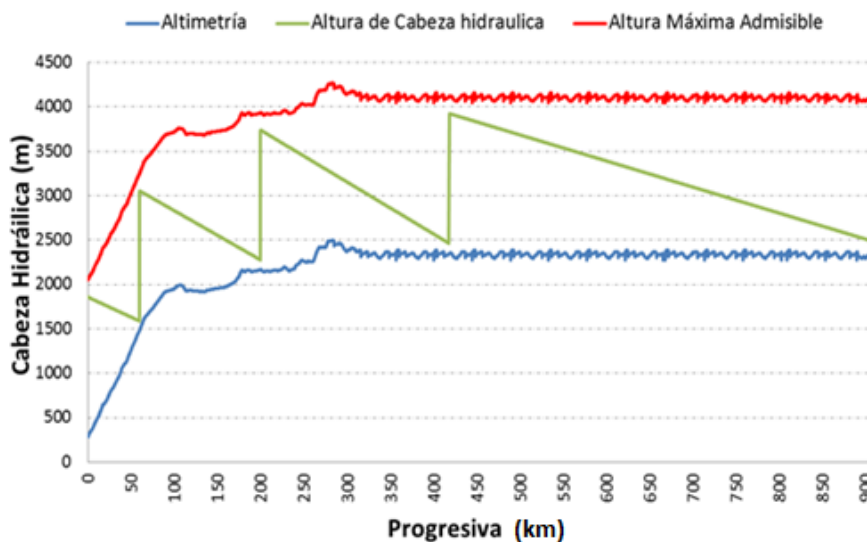
**Sistema X3 90 MBPD – Perfil hidráulico – Configuración original**  
Fuente: Elaboración propia

**9.7. Anexo G: Resultados a 90 MBPD, Opción 2.1**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.73	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Concentración DRA (ppm)	12.1	7.2	6.2	28.6	28.6	28.6
Presión de Entrada (bar)	7	7.0	7.0	7.0	53.1	7.0
Presión de Salida (bar)	98.0	98.0	98.0	98.0	53.1	-
Velocidad (m/s)	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
Reynolds	1529288	1529288	1529288	1529288	1529288	1529288
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.280	0.346	0.364	0.183	0.183	0.183

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	5841.5
	Pérdida de energía por fricción (m)	3763.5
	Pérdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	111.6
	Energía cinética final (m)	0.1

Cálculo de DRA	EB1	EB2	EB3
Distancia	59.8	140.2	709.5
Pérdida por fricción sin DRA (m)	536.7	1258.2	6367.4
Pérdida por fricción con DRA (m)	269.4	779	1256.3
Factor de Reducción de Fricción (F)	0.5	0.4	0.8
Concentración de DRA (ppm)	12.1	7.2	75.4



**Sistema X3 90 MBPD – Perfil hidráulico – Opción 2.1**  
Fuente: Elaboración propia

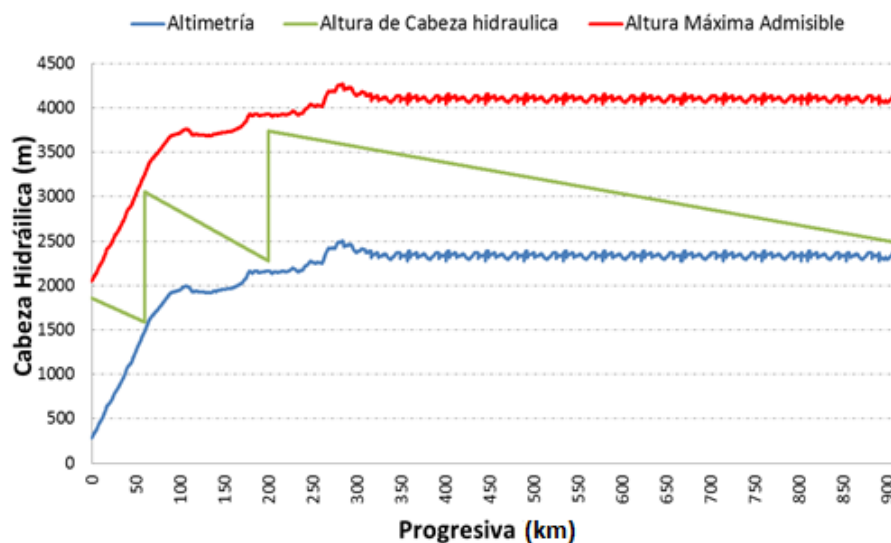


**9.8. Anexo H: Resultados a 90 MBPD, Opción 2.2**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.7	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	90000	90000	90000	90000	90000	90000
Concentración DRA (ppm)	12.1	7.2	75.9	75.9	75.9	75.9
Presión de Entrada (bar)	7	7.0	7.0	62.4	35.6	7.0
Presión de Salida (bar)	98.0	98.0	98.0	62.4	35.6	-
Velocidad (m/s)	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
Reynolds	1529288	1529288	1529288	1529288	1529288	1529288
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.280	0.346	0.110	0.110	0.110	0.110

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	4381.6
	Pérdida de energía por fricción (m)	2153.2
	Pérdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	113.1
	Energía cinética final (m)	0.1

Cálculo de DRA	EB1	EB2	EB3	EB4
Distancia	59.8	140.2	218.2	491.3
Pérdida por fricción sin DRA (m)	536.7	1258.2	1958.2	4409.1
Pérdida por fricción con DRA (m)	269.4	779.0	1275.2	1440.5
Factor de Reducción de Fricción (F)	0.5	0.4	0.3	0.7
Concentración de DRA (ppm)	12.1	7.2	6.2	28.6



**Sistema X3 90 MBPD – Perfil hidráulico – Opción 2.2**

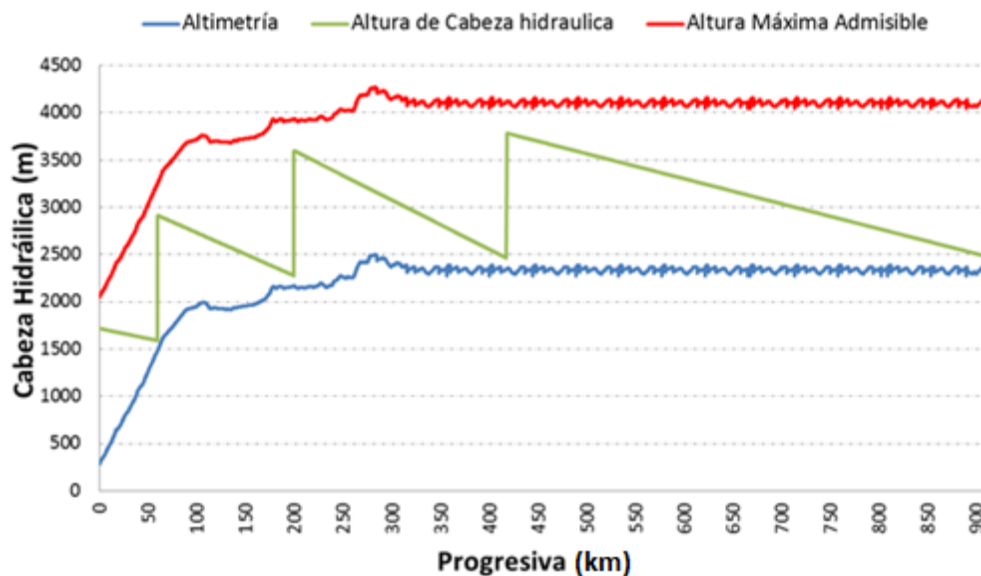
Fuente: Elaboración propia

**9.9. Anexo I: Resultados a 105 MBPD, Opción 3.1**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.73	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	105000	105000	105000	105000	105000	105000
Concentración DRA (ppm)	95.0	21.6	16.6	60.5	60.5	60.5
Presión de Entrada (bar)	7.0	7.0	7.0	7.0	48.8	7.0
Presión de Salida (bar)	89.2	89.2	89.2	89.2	48.8	-
Velocidad (m/s)	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
Reynolds	1784170	1784170	1784170	1784170	1784170	1784170
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.133	0.284	0.324	0.165	0.165	0.165

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	5279.0
	Pérdida de energía por fricción (m)	3199.5
	Perdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	112.1
	Energía cinética final (m)	0.1

Cálculo de DRA	EB1	EB2	EB3	EB4
Distancia	59.8	140.2	218.2	491.3
Pérdida por fricción sin DRA (m)	719.0	1685.6	2623.4	5906.9
Pérdida por fricción con DRA (m)	129.2	639.3	1135.8	1300.3
Factor de Reducción de Fricción (F)	0.82	0.62	0.57	0.78
Concentración de DRA (ppm)	92.4	21.5	16.6	60.4



**Sistema X3 105 MBPD – Perfil hidráulico – Opción 3.1**

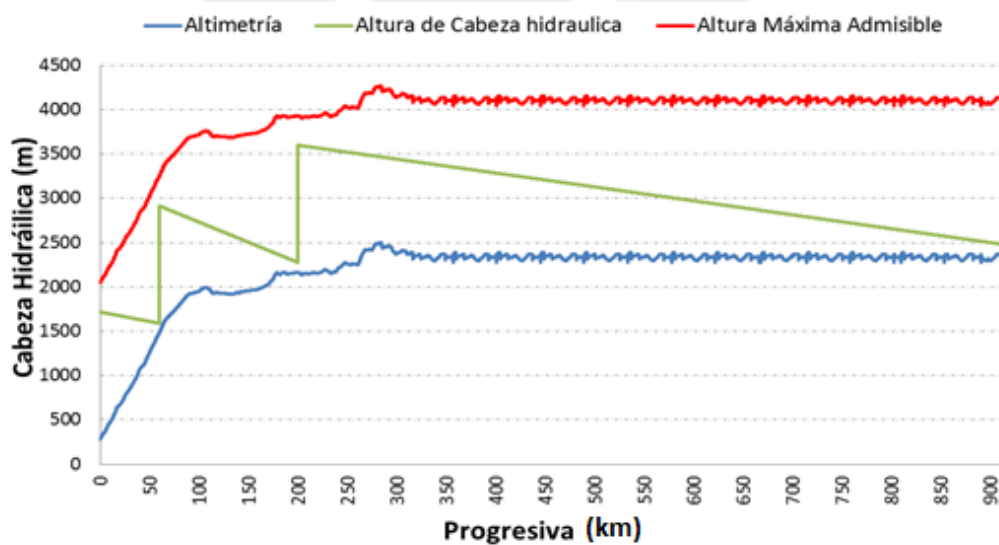
Fuente: Elaboración propia

**9.10. Anexo J: Resultados a 105 MBPD, Opción 3.2**

Estación	EB1	EB2	EB3	EB4	EB5	Entrega
Progresiva (km)	0	59.8	200.0	418.2	666.8	909.5
Altimetría (m)	284.7	1482.3	2166.0	2352.0	2342.1	2371.7
Caudal (BPD)	105000	105000	105000	105000	105000	105000
Concentración DRA (ppm)	95.0	21.6	220.0	220.0	220.0	220.0
Presión de Entrada (bar)	7	7.0	7.0	56.3	32.5	7.0
Presión de Salida (bar)	89.2	89.2	89.2	56.3	32.5	-
Velocidad (m/s)	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
Reynolds	1784170	1784170	1784170	1784170	1784170	1784170
Perdida de Carga unitaria (bar/km)	0.133	0.284	0.098	0.098	0.098	0.098

Balance de Energía en el sistema		
Entrada	Energía Potencial inicial (m)	284.7
	Energía de Presión inicial (m)	112.4
	Energía cinética inicial (m)	0.1
Sistema X	Energía de bombeo (m)	3959.0
	Pérdida de energía por fricción (m)	1539.4
	Perdida de energía por altura (m)	2086.9
Salida	Energía Potencial final (m)	2371.7
	Energía de Presión final (m)	112.3
	Energía cinética final (m)	0.1

Cálculo de DRA	EB1	EB2	EB3
Distancia	59.8	140.2	709.5
Pérdida por fricción sin DRA (m)	719.0	1685.6	8529.5
Pérdida por fricción con DRA (m)	129.2	639.3	1112.5
Factor de Reducción de Fricción (F)	0.82	0.62	0.87
Concentración de DRA (ppm)	92.4	21.5	220.0



**Sistema X3 105 MBPD – Perfil hidráulico – Opción 3.2**

Fuente: Elaboración propia