

**OPTIMIZACIÓN DE LAS TRONCALES 1 Y 11 DEL SISTEMA DE
RECOLECCIÓN DE CAMPO RUBIALES MEDIANTE UN SIMULADOR
ESPECIALIZADO EN ANÁLISIS NODAL**

**NICOLÁS ALFONSO ARCINIEGAS BETANCOURT
ANDRÉS RICARDO ROJAS BARRERA**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ D.C
2020**

**OPTIMIZACIÓN DE LAS TRONCALES 1 Y 11 DEL SISTEMA DE
RECOLECCIÓN DE CAMPO RUBIALES MEDIANTE UN SIMULADOR
ESPECIALIZADO EN ANÁLISIS NODAL**

**NICOLÁS ALFONSO ARCINIEGAS BETANCOURT
ANDRÉS RICARDO ROJAS BARRERA**

**Proyecto Integral de Grado para optar al título de:
INGENIERO DE PETRÓLEOS**

**Director
M.Sc JOHN ALEXANDER LEÓN PABÓN
Ingeniero de Petróleos**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEOS
BOGOTÁ D.C.
2020**

Nota de aceptación

Laydy Paola Mora Parrado

Fernando Wilson Londoño Galves

Bogotá D.C., Febrero de 2020

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro.

Dr. Mario Posada García-Peña

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos.

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados. (E)

Dra. Alexandra Mejia Guzman

Secretaria General.

Dra. Alexandra Mejia Guzman

Decano de Facultad.

Dr. Julio Cesar Fuentes Arismendi

Director Programa Ingeniería de Petróleos.

Dr. Juan Carlos Rodríguez Esparza

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Grado y el logro de ser profesional a mis padres, Rigoberto Rojas y Luz Mery Barrera, a mi hermana e Ingeniera Cinthya Rojas, porque siempre creyeron en mí, me apoyaron permanentemente y nunca me dejaron claudicar cuando pensé en desistir de esta carrera profesional debido al panorama adverso que ha tenido el Sector Petrolero en estos últimos años; son mis padres los grandes artífices de lo que soy hoy en día y de lo lejos que he llegado.

A la Ingeniera Nair Milena Medina, quien gracias a las oportunidades que me brindó y a la confianza que depositó en mí, pude conocer las diversas operaciones que se realizan en Campo Rubiales. A ella le debo todo lo que sé de las operaciones en un Campo Petrolero.

A mi amigo, Óscar Barreto, a quien hoy en día considero como el mejor maestro que he podido tener durante mi aprendizaje como estudiante de Ingeniería de Petróleos. Le dedico este proyecto a él, quien es actualmente uno de mis mejores amigos y quien a mi considerar, pudiera perfectamente ser uno de los mejores Ingenieros Empíricos de la Industria Petrolera en Colombia.

A mis amigos, David Ordoñez, Andrés Prada y Cristian Ibagué, con quienes compartí las aulas durante toda la carrera, donde me brindaron su amistad y ayuda permanente para ser un excelente Ingeniero de Petróleos, pero, sobre todo, un gran ser humano.

A mis amigos de las Facilidades de Producción CPF1 y CPF2 de Campo Rubiales, a quienes llevo en el corazón por la gran enseñanza y amistad que me brindaron. Sin todas sus enseñanzas, el abordaje de este proyecto no hubiera sido posible.

ANDRÉS RICARDO ROJAS BARRERA

Dedico este trabajo de grado y el logro de ser profesional, a mis padres Alfonso Arciniegas y Jimena Betancourt por darme el apoyo, la fuerza e inculcarme los valores para formar la persona que soy ahora, gracias a su formación he logrado muchas cosas y poder seguir adelante con mis dos carreras universitarias.

A todos mis amigos con los que empecé esta carrera y a los que fui conociendo a medida que avanzaba y se volvieron un círculo de amigos muy cercanos, con los que pasamos grandes momentos y por más que sufrimos en el camino siempre logramos sacar esas dificultades a un lado y seguir adelante. Especialmente a Nicolás Galindo quien fue un gran amigo a partir de tercer semestre y fue de un apoyo incondicional pues con el siempre pude contar para cualquier cosa que necesitara.

NICOLÁS ALFONSO ARCINIEGAS BETANCOURT

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, me permito agradecer a Dios Todopoderoso por darme la fuerza para poder culminar mi carrera profesional, ya que a pesar de todas las dificultades que se presentaron en el camino, la fe me permitió sacar este proyecto adelante.

También me permito agradecer a Ecopetrol S.A. por permitirme realizar mis prácticas profesionales en Campo Rubiales, ya que al ser el Campo más grande de Colombia pude afianzar todos los conocimientos adquiridos en la Universidad e incluso aprender demasiadas cosas que solo se pueden aprender mediante la práctica. Ecopetrol me brindó una de las mejores experiencias de mi vida y me hizo amar mi profesión cuando más tenía dudas, también me permitió aprender mucho de la operación de un Campo petrolero grande como lo es Campo Rubiales e interactuar con el personal del mismo, a quienes llegué a considerar muchas veces no solo como grandes maestros, sino también como una gran familia. Todo ello permitió la elaboración de este Trabajo de Grado.

Agradezco especialmente a las siguientes personas:

A los Ingenieros del Área de Control de Campo, en especial a la Ingeniera Lorena Laverde y al Ingeniero Julián Gil, quienes me apoyaron en mi búsqueda de poder desarrollar un Trabajo de Grado con el Departamento de Producción de Campo Rubiales, situación que se dio de manera satisfactoria.

Al Director de este Proyecto, el Ingeniero John Alexander León Pabón, quien depositó su confianza en mí y a su vez siempre creyó en mis capacidades para poder sacar este reto adelante. Le agradezco al Ingeniero por permitirme el gran honor de ser su aprendiz y haber trabajado de la mano con él.

Agradezco al Ingeniero Edinson Enrique Jiménez Bracho, quien fue el Asesor de este Trabajo de Grado, y quien dedicó largas jornadas asesorando desde su punto de vista y experiencia profesional este proyecto desde sus inicios de una manera muy atenta y gentil, su aporte se vio reflejado en gran parte del documento. El Ingeniero Jiménez fue uno de mis más grandes profesores de mi carrera, por quien siento un gran respeto, estima y admiración.

Al Técnico Operativo, Óscar Hernando Barreto Porras, quien me brindó con paciencia y esmero sus conocimientos durante días y noches de trabajo en Campo Rubiales sobre el funcionamiento del Sistema de Recolección del Campo, sobre la manera de interpretar la data de producción, sobre los procedimientos operativos establecidos por Ecopetrol para la correcta operación de los pozos y del Sistema de Recolección del Campo, entre otra infinidad de temas hasta los últimos instantes de mi práctica profesional. El siempre realizó un acompañamiento permanente a los resultados y coherencia de los mismos en este Trabajo de Grado, lo cual hizo de este, un proyecto muy bien elaborado.

A mi compañero Nicolás Arciniegas, quien con vehemencia aceptó el reto de trabajar en este proyecto, demostrando siempre responsabilidad, compromiso y paciencia durante el desarrollo del mismo.

ANDRÉS RICARDO ROJAS BARRERA

Agradezco a Dios por guiarme y acompañarme a lo largo de mi vida, a mi familia por su apoyo incondicional y estar pendiente siempre de lo que necesitaba.

Agradezco especialmente a las siguientes personas:

Al Director de este Proyecto, el Ingeniero John Alexander León Pabón, quien me permitió ser parte de este proyecto y confió en mí para ser compañero de Andrés y poder sacar este proyecto adelante.

Agradezco también al Ingeniero Edinson Enrique Jiménez Bracho, quien fue el Asesor de este Trabajo de Grado, y dedicó gran parte de su tiempo brindando información, nuevas ideas y ampliando nuestro conocimiento respecto al tema que se desarrolló, todo esto siempre con la mejor actitud.

A Nicolás Galindo por presentarme a mi compañero de trabajo de grado, pues sin él, muchas de las cosas que se desarrollaron en este proyecto no hubiesen sido posibles.

A mi compañero Andrés Rojas, quien confió en mí como compañero para poder desarrollar algo tan importante como es este documento, por su paciencia, confianza y por compartir parte del conocimiento, para abrirme más la mente durante este proyecto.

NICOLÁS ALFONSO ARCINIEGAS BETANCOURT

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.	22
1. MARCO TEÓRICO	26
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA TRONCAL.	26
1.1.1 Lazos de tuberías (<i>Loops</i>).	27
1.2 PÉRDIDAS DE PRESIÓN Y ENERGÍA EN TUBERIAS	27
1.2.1 Pérdida de presión	28
1.3 PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS.	34
1.3.1 Viscosidad petróleo muerto.	34
1.3.2 Viscosidad petróleo vivo.	35
1.3.3 Viscosidad petróleo insaturado	35
1.3.4 PUNTO DE BURBUJA.	35
2. METODOLOGÍA.	36
2.1 GENERALIDADES DEL SIMULADOR EMPLEADO.	36
2.2 ELABORACIÓN DEL MODELO DEL CAMPO.	36
2.3 CREACIÓN DE MODELO DE RED DE TUBERÍAS.	36
2.3.1 Ubicación de los clusters en el mapa	37
2.3.2 Ubicación de la facilidad de producción en el mapa	38
2.3.3 Ubicación de los nodos en el mapa.	39
2.3.4 Ubicación de las válvulas estranguladoras o <i>chokes</i> en el mapa.	39
2.3.5 Inserción de las líneas de tubería que componen la red en el mapa.	40
2.4 CONFIGURACIÓN DE VALORES Y PROPIEDADES EN EL SIMULADOR.	41
2.4.1 Datos de <i>clusters</i> .	41
2.4.2 Temperatura.	42
2.4.3 Flujo de líquido.	42
2.4.4 Modelo de fluido.	42
2.4.5 La viscosidad del fluido de cada <i>cluster</i> .	43
2.4.6 La calibración del fluido de cada <i>cluster</i> .	44
2.5 DATOS DE FACILIDAD	45
2.6 DATOS DE LOS <i>CHOKES</i> .	45
2.7 DATOS DE LAS TUBERÍAS	47
2.7.1 Datos para tuberías horizontales.	47
2.7.2 Datos para tuberías verticales.	48
2.8 <i>MATCH</i> DEL MODELO SIMULADO CON LA REALIDAD	50
2.8.1 Correr la simulación.	50

3.	RESULTADOS.	53
3.1	CONFIGURACION CK1=20% Y CK2=20% (ESCENARIO ACTUAL).	56
3.2	CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=25% (ESCENARIO ACTUAL).	58
3.3	CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=100% (ESCENARIO MODIFICADO).	61
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	65
4.1	VALIDACIÓN DE LA SIMULACIÓN.	65
4.2	ANÁLISIS CONFIGURACIÓN CK1=20% Y CK2=20% (ESCENARIO ACTUAL).	65
4.3	ANÁLISIS CONFIGURACIÓN CK1=25% Y CK2=25% (ESCENARIO ACTUAL).	67
4.4	ANÁLISIS CONFIGURACIÓN CK1=50% Y CK2=100% (ESCENARIO MODIFICADO).	71
5.	CONCLUSIONES.	77
6.	RECOMENDACIONES.	78
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	81

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Coeficientes de pérdida KL de varios accesorios de tubería para flujo turbulento.	31
Tabla 2. Validación de simulación mediante ajustes de presiones para el montaje actual.	55
Tabla 3. Validación de simulación mediante ajustes de presiones para el montaje modificado.	55
Tabla 4. Análisis de Distribución de Presiones en el Primer Choke con la Configuración Actual con el Escenario Actual.	57
Tabla 5. Análisis de Distribución de Presiones en el Segundo Choke con la Configuración Actual con el Escenario Actual.	57
Tabla 6. Análisis de Distribución de Caudal en el Primer Choke con la Configuración Actual con el Escenario Actual.	58
Tabla 7. Análisis de Distribución de Caudal en el Segundo Choke con la Configuración Actual con el Escenario Actual.	58
Tabla 8. Análisis de Distribución de Presiones en el Primer Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.	60
Tabla 9. Análisis de Distribución de Presiones en el Segundo Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.	60
Tabla 10. Análisis de Distribución de Caudal en el Primer Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.	61
Tabla 11. Análisis de Distribución de Caudal en el Segundo Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.	61
Tabla 12. Análisis de Distribución de Presiones en el Primer Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.	63
Tabla 13. Análisis de Distribución de Presiones en el Segundo Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.	63
Tabla 14. Análisis de Distribución de Caudal en el Primer Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.	64
Tabla 15. Análisis de Distribución de Caudal en el Segundo Choke con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.	64
Tabla 16. Comparación de presiones entre configuración ck1=20% y ck2=20% (montaje actual) y configuración ck1=25% y ck2=25% (Escenario actual).	70
Tabla 17. Aumento de Caudal Escenario Actual Optimizado.	71
Tabla 18. Comparación de presiones entre configuración ck1=20% y ck2=20% (montaje actual) y configuración ck1=50% y ck2=100% (Escenario modificado).	74
Tabla 19. Aumento de Caudal Escenario Propuesto Optimizado.	75

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Localización Campo Rubiales.	22
Figura 2. Diagrama de las Troncales 1 y 11	26
Figura 3. Esquema de la Troncal 1 y 11.	27
Figura 4. Conexión tipo Loop.	27
Figura 5. Localización Geográfica Cargada en el simulador.	37
Figura 6. Clusters ubicados en la Localización Geográfica.	38
Figura 7. Facilidades de Producción ubicadas en la Localización Geográfica.	39
Figura 8. Nodos de monitoreo ubicados en la Localización Geográfica.	39
Figura 9. Chokes ubicados en la Localización Geográfica.	40
Figura 10. Líneas de Tubería enlazadas en la Localización Geográfica.	41
Figura 11. Datos de entrada para un Cluster.	42
Figura 12. Datos de entrada para Tipo de Fluido.	42
Figura 13. Datos de entrada de propiedades del fluido.	43
Figura 14. Datos de entrada de viscosidad del fluido.	44
Figura 15. Datos de entrada de valores de calibración del fluido.	44
Figura 16. Datos predeterminados de valores térmicos.	45
Figura 17. Datos de entrada de la Facilidad de Producción.	45
Figura 18. Datos de entrada generales del Choke.	46
Figura 19. Datos de entrada propiedades avanzadas del Choke.	47
Figura 20. Datos de entrada Generales Tubería Horizontal.	48
Figura 21. Datos de entrada de transferencia de calor Tubería Horizontal.	48
Figura 22. Datos de entrada Generales y de transferencia de calor Tubería Vertical.	49
Figura 23. Vista Final del modelo totalmente configurado.	50
Figura 24. Ejemplo de datos obtenidos a partir de una corrida en el simulador.	51
Figura 25. Datos de entrada para fijar las propiedades y valores relacionados con el Factor de Fricción en tubería.	52
Figura 26. Esquema que relaciona los 16 diferentes tipos de sensibilidades de apertura de válvulas estranguladoras que se realizaron para la Troncal 1 y 11 con el Escenario Actual.	53
Figura 27. Esquema que relaciona los 16 diferentes tipos de sensibilidades de apertura de válvulas estranguladoras que se realizaron para la Troncal 1 y 11 con el Escenario Modificado.	54
Figura 28. Perfil de Presión de la Troncal 1 y 11 con la Configuración Actual con el Escenario Actual.	56
Figura 29. Perfil de Presión de la Troncal 1 y 11 con la configuración óptima usando el Escenario Actual.	59

Figura 30. Perfil de Presión de la Troncal 1 y 11 con la configuración óptima usando el Escenario Modificado.	62
Figura 31. Zoom Gráfica 1, Choke1.	66
Figura 32. Zoom Gráfica 1, Choke2.	66
Figura 33. Zoom Gráfica 2, Choke1.	68
Figura 34. Zoom Gráfica 2, Choke2.	69
Figura 35. Zoom Gráfica 3, Choke1.	72
Figura 36. Zoom Gráfica 3, Choke2.	73

LISTA DE ECUACIONES

	pág
Ecuación 1. Pérdida de presión.	28
Ecuación 2. Pérdida de energía por fricción.	28
Ecuación 3. Factor de fricción flujo laminar.	29
Ecuación 4. Factor de fricción flujo turbulento.	29
Ecuación 5. Perdidas en un accesorio.	30
Ecuación 6. Ashford y Pierce Relación de presión crítica.	32
Ecuación 7. Ashford y Pierce Relación de presión crítica..	32
Ecuación 8. Reynolds sin deslizamiento.	33
Ecuación 9. Relación factores de fricción Beggs y Brill.	33
Ecuación 10. Factor S.	33
Ecuación 11. Pérdida de presión debido a la fricción.	34
Ecuación 12. Correlación de Beal.	34
Ecuación 13. Correlación de Elsharkawy y Alikhan.	35
Ecuación 14. Correlación de Hossain et al.	35

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Factor de fricción de Fanning por Chen.	82
Anexo B. Gráfico correlación de Lasater, J.A.	83
Anexo C. Datos de producción 29 de Marzo de 2019.	84
Anexo D. Resultados de las diferentes sencibilidades.	85
Anexo E. Resultados aumento de caudales.	151

LISTA DE ABREVIATURAS

%E	: Porcentaje de error absoluto.
°	: Grados.
°F	: Grados Fahrenheit.
API	: American Petroleum institute.
BBL	: Barriles.
BFPD	: Barriles de fluido por día.
BOPD día.	: Barriles de petróleo por
BPD	: Barriles por día.
BS&W	: Corte de agua fluidos de producción.
BWPD	: Barriles de agua por día.
CK	: Choke
Cp	: Centipoise.
CPF	: Central Processing Facility.
dP/dt	: Diferencial de presión con respecto al tiempo.
ft	: Pies.
ft/s	: Pies por segundo.
GLR líquido).	: Gas-Liquid Ratio (Relación gas-
GOR petróleo).	: Gas-Oil Ratio (Relación gas-
gr/cc	: Gramos por centímetros cúbicos.
in	: Pulgadas.
K	: Miles.
KBFPD fluido por día.	: Kilobarriles de
km	: Kilómetros.
m	: Metros.
P	: Presión.
Pb	: Presión de burbuja.
psi	: Pound per square inch (Libras por pulgada cuadrada).

psig	: Libras por pulgada cuadrada manométricas.
R_L	: Relación líquido gas.
R_s	: Razón de solubilidad.
R_{sb}	: Razón de solubilidad a la presión de burbuja.
SCF	: Standard cubic feet (Pies cúbicos estándar).
STB/D tanque por día).	: Stock Tank Barrels Per Day (Barriles medidos en
s	: segundos.
THP	: Tubing head pressure.
V flujo	: Velocidad de flujo.
V_m	: Velocidad media.
β_o	: Factor volumétrico del petróleo.
ΔP	: Diferencial de presión.
γ_o	: Gravedad específica del petróleo.
μ₁	: Viscosidad en un punto 1.
μ₂	: Viscosidad en un punto 2.
μ_o	: Viscosidad del petróleo.
μ_{ob}	: Viscosidad del petróleo en el punto de burbuja.
μ_{od}	: Viscosidad de crudo muerto.

GLOSARIO

BOMBEO DE CAVIDADES PROGRESIVAS: tipo de unidad de bombeo con varilla de succión que utiliza un rotor y un estator. La rotación de las varillas por medio de un motor eléctrico en la superficie hace que el fluido contenido en una cavidad fluya hacia arriba.¹

BOMBEO ELECTROSUMERGIBLE: bomba eléctrica de fondo de pozo que se utiliza en la producción de petróleo pesado, diseñada con configuraciones de álabes y aletas para admitir pérdidas friccionales y eficiencias de bomba causadas por la viscosidad del petróleo pesado.

CLUSTER: accesorio de tubería con varias salidas para conectar líneas de uno o más pozos.

FAHRENHEIT: es una escala de temperatura termodinámica, donde el punto de congelación del agua es a 32°F y el punto de ebullición a 212°F (a una presión atmosférica normal).

GRAVEDAD API: escala de gravedad específica desarrollada por el Instituto Estadounidense de Petróleo (American Petroleum Institute, API) para medir la densidad relativa de diversos líquidos de petróleo, expresada en grados.

PETRÓLEO MUERTO: petróleo en condiciones de presión suficientemente baja para contener gas disuelto o un petróleo relativamente espeso o residuo que ha perdido sus compuestos volátiles.

PETRÓLEO VIVO: petróleo que contiene gas disuelto en solución que puede ser liberado de la solución en condiciones de superficie. El petróleo vivo debe ser manipulado y bombeado bajo condiciones controladas estrictamente para evitar el riesgo de explosión o incendio.

POZO: se refiere a cualquier perforación del suelo diseñada con el objetivo de hallar y extraer fluido combustible, ya sea petróleo o hidrocarburos gaseosos.

PSIG: es la presión en libras/ pulgada cuadrada, que se mide con un manómetro.

TRONCAL: línea de flujo utilizada para conducir uno o más fluidos entre diferentes instalaciones o pozos dentro de campos petroleros.

THP: es la presión que hay en la tubería, que se mide en la cabeza del pozo.

¹ SCHLUMBERGER. Schlumberger Oilfield Glossary: The Oilfield Glossary. Web Link: <https://www.glossary.oilfield.slb.com>.

TUBERÍAS API: se rigen bajo la Norma API 5L, son tubos de acero para sistemas de transporte como oleoductos y gaseoductos.

RÉGIMEN LAMINAR: las partículas del líquido se mueven siempre a lo largo de trayectorias uniformes, en capas o láminas, con el mismo sentido, dirección y magnitud.

RÉGIMEN TURBULENTO: las partículas se mueven siguiendo trayectorias erráticas, desordenadas, con formación de torbellinos. Cuando aumenta la velocidad del flujo, y por tanto el número de Reynolds, la tendencia al desorden crece.²

² PARDO, Luis Emilio (2000). Flujo en tuberías, Quibdó, Colombia: Universidad Tecnológica del Chocó, p.10. Disponible: https://lopezva.files.wordpress.com/2012/02/flujo_tuberias_cap_1_y_2.pdf

RESUMEN

Campo Rubiales es el Campo Petrolero más grande de Colombia y cuenta con diferentes troncales que transportan los fluidos hasta las facilidades de producción CPF-1 y CPF-2, donde se realiza el tratamiento del crudo. Entre las troncales pertenecientes al campo se encuentran las Troncales 1 y 11, las cuales son el objeto de estudio de este proyecto, actualmente las troncales transportan la producción de 21 clusters de los cuales 15 están activos, también cuenta con 92 pozos asociados con 45 pozos en producción. Entre las troncales se presenta un diferencial de presión significativo, lo cual indica una mala distribución de fluidos y desaprovechamiento de la capacidad de transporte de las troncales.

Mediante un simulador especializado en análisis nodal, se modeló las Troncales 1 y 11 desde los clusters hasta el CPF-2, teniendo en cuenta información de parámetros operativos, con la finalidad de conocer la distribución de fluidos entre las troncales, presentando diferentes escenarios, las troncales están unidas mediante una conexión tipo *Loop* que regula el paso de fluido mediante una válvula. El primer escenario va a ser la condición actual de la troncal, en el segundo caso se varía el porcentaje de apertura de la válvula. por uno más eficiente, en el tercer caso se propuso una configuración alternativa que permita una distribución más eficaz de fluido entre las troncales.

Con los resultados de las diferentes simulaciones, se buscó evaluar el mejor escenario en el cual se evidencie una mejor distribución de fluido y se evite el empaquetamiento de la troncal principal a medida que el fluido va avanzando. El escenario más óptimo es el montaje actual con apertura de válvula 25% en el primer *Choke* y 25% en el segundo *Choke* , esto debido a que se logra una mejor distribución de presiones Primer *Choke* $\Delta P=1.94$ psig y Segundo *Choke* $\Delta P=2.46$ psig y también una mejor distribución de caudal permitiendo que en el primer *Choke* se vayan 37840.77 BFPD por la Troncal 1 y 36837.13 BFPD por la Troncal 11, y que en el segundo *Choke* se vayan 93673.91 BFPD por la Troncal 1 y 68398.32 BFPD por la Troncal 11, estos valores de presión y caudal permiten ver una distribución más óptima y equitativa de fluido en el sistema de recolección.

PALABRAS CLAVE: TRONCAL, CLUSTER, PRESIÓN, ANÁLISIS NODAL, BSW.

ABSTRACT

The Rubiales Field is the largest oil field in Colombia and have different pipes that transport the fluids to the production facilities CPF-1 and CPF-2, where the crude oil treatment is carried out. Among the pipes belonging to the field are Pipes 1 y 11, which are the objects of study of this Project, currently the pipes transport the production of 21 clusters of which 15 are active, it also has 92 wells associated with 45 wells in production. Between the pipes there is a significant differential pressure, that indicates a poor distribution of fluids and waste of transport capacity of the pipes.

Through a simulator specialized in nodal analysis, pipes 1 y 11 were modelled from the clusters to the CPF-2, considering information of operational parameters in order to know the distribution of fluids between the pipes, presenting different cases, the pipes are connected by a loop type connection that regulates the flow of the fluid through a valve. The first case will be the current condition of the pipe, the second case the percentage of valve opening is varied by a more efficient, in the third case an alternative configuration was proposed to give an efficient distribution of fluids between the pipes.

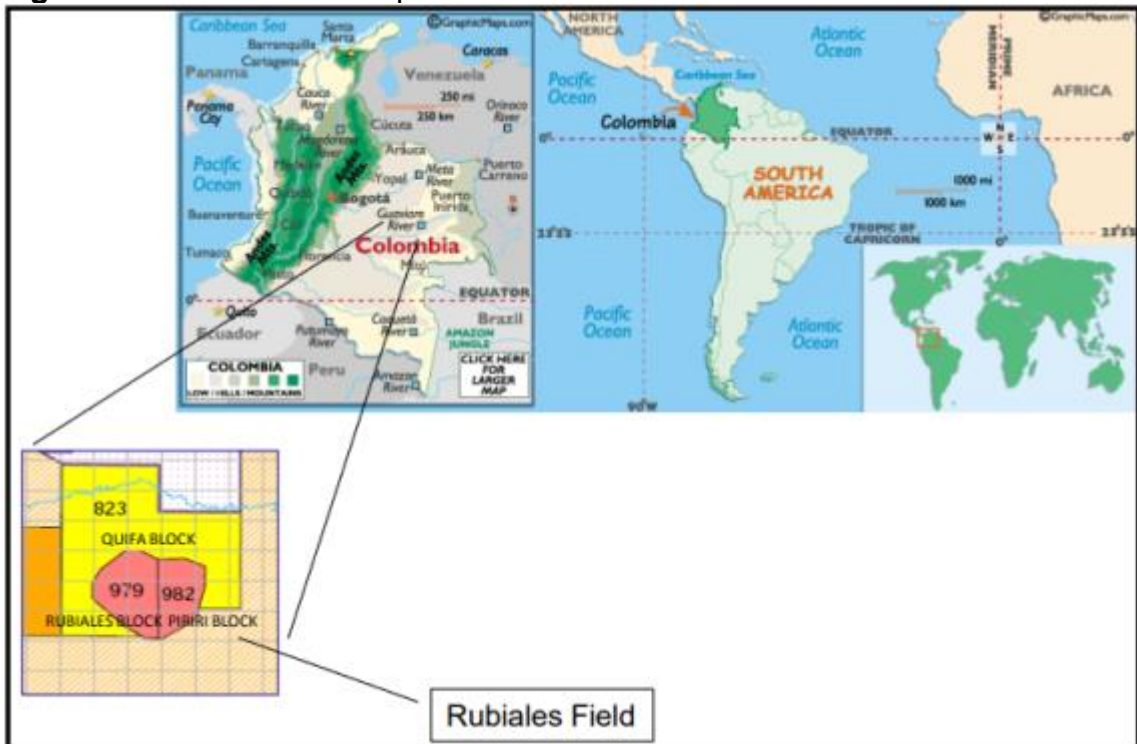
With the results of the different simulations, it was evaluated the best case in which a better fluid distribution is evident and the main pipe packing is avoided as the fluid progresses. The most optimal scenario is the current assembly with 25% valve opening in the first choke and 25% in the second choke, this is because a better pressure distribution is achieved First choke $\Delta P=1.94$ psig and Second choke $\Delta P=2.46$ psig and also a better distribution of Flow, allowing 37840.77 STB/D to go down the Troncal 1 and 74677.9 STB/D for the Troncal 11, and the second choke allows 93673.91 STB/D for The Troncal 1 and 68398.32 STB/D for the Troncal 11 , these pressure and flow values allow to see a more optimal and equitable distribution of fluid in the collection system.

KEY WORDS: PIPES, CLUSTER, PRESSURE, NODAL ANALYSIS, BSW.

INTRODUCCIÓN

Campo Rubiales es el Campo Petrolero más grande de Colombia, está localizado al sureste de la Cuenca de los Llanos Orientales en el municipio de Puerto Gaitán, en el departamento del Meta, a 250 km al sureste de la ciudad de Villavicencio y a 465 km de la ciudad de Bogotá. Actualmente se encuentra bajo la Operación de ECOPEL S.A.

Figura 1. Localización Campo Rubiales.



Fuente: WEATHERILL, Brian (2010). Reserves Certification Report for the Rubiales Field, Colombia, p.39. Disponible: <http://www.fronteraenergy.ca/content/uploads/2016/10/Reserves-Certification-Report-for-the-Rubiales-Field-Colombia.pdf>

El aceite presente en los yacimientos del Campo es de base parafínica y su gravedad API oscila alrededor de los 12.5°, clasificándose de esta manera como un Crudo Pesado. Adicionalmente para su producción se cuentan con Sistemas de Levantamiento Artificial, como lo son Bombeo electro Sumergible y Bombeo de Cavidades Progresivas. Actualmente, el corte de agua que se obtiene de los fluidos de producción de los pozos es de 96.92%, la producción actual de crudo de venta se encuentra alrededor de los 120 KBOPD.

Debido al crecimiento que ha tenido Campo Rubiales en los últimos años tanto en producción como en extensión, fue surgiendo la necesidad de ir adicionando nuevas

Troncales al Sistema de Recolección del campo a través del tiempo. Dicha adición de nuevas Troncales al Sistema de Recolección se hizo específicamente para incrementar el caudal de producción proveniente de los pozos asociados del Campo, debido a que cada una de estas Troncales cumple la función de recolectar el fluido de producción proveniente de los pozos en zonas específicas del Campo, para después transportarlo hacia cabezales de recolección comunes o también llamados manifolds, donde comienza el tratamiento del fluido que se hace en las Facilidades de Producción.

Particularmente, para la Troncal Principal 1 se hizo una adición de una Troncal Paralela, la cual fue llamada Troncal 11, y cuya función principal consistía en aliviar la sobrepresión que se fue generando a través del tiempo en la Troncal Principal 1 mediante la distribución de fluido de producción entre ambas Troncales; sin embargo, no se logró una distribución equitativa del fluido, y por consiguiente, tampoco se logró disminuir la diferencia de presiones entre estas Troncales de manera satisfactoria.

Recientemente se ha discutido la posibilidad de incrementar el caudal de producción que es transferido por el Sistema de Recolección hacia las Facilidades de Producción, siendo foco de atención la limitada eficiencia en la distribución de fluidos entre las Troncales Paralelas 1 y 11 en el Sistema de Recolección de Campo Rubiales, esto debido a la inexistencia de un estudio o simulación computarizada que permita evaluar la eficacia de dicho Sistema de Recolección.

Según el estudio de Clavijo y Murillo (2017) que lleva por nombre “MODELAMIENTO Y ANÁLISIS DEL MANEJO DE FLUIDOS DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE LA TRONCAL 4 DE CAMPO RUBIALES”, en donde se menciona en las conclusiones lo siguiente:

“La construcción de una línea paralela al troncal objeto de estudio representa una ganancia superior en un 25% frente al que incluye el plan de perforación. El beneficio viene de maximizar la extracción de crudo, al aliviar las presiones de la línea principal, disminuyendo las restricciones al flujo y permitiendo que los pozos entreguen más fluido a la línea”³

La importancia del desarrollo de este trabajo para Campo Rubiales radica en el hecho de poder aliviar la presión de la Troncal Principal 1, la cual presenta empaquetamiento debido al gran caudal de producción que ingresa a esta, lo que se ve reflejado en un valor de presión superior al de la Troncal Paralela 11.

³ CLAVIJO GUTIÉRREZ, Valery Tatiana. MURILLO PARRA, Angie Carolina. Modelamiento y Análisis del Manejo de Fluidos del Sistema de Recolección de la Troncal 4 de Campo Rubiales. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Departamento de Ingeniería de Petróleos. 2017

De solucionarse esta problemática, se obtendría como beneficio principal poder aumentar la producción de Crudo de Venta del Campo, de tal forma que ECOPETROL S.A. aumente su rentabilidad, obteniendo ingresos económicos adicionales para la Compañía, que permitan implementar nuevos proyectos y mejoras a Campo Rubiales, fortaleciendo así la operación del mismo.

Los objetivos que se plantearon para este proyecto de grado son:

El objetivo general de este Trabajo de Grado, el cual fue optimizar la distribución del fluido de producción en las Troncales 1 y 11 del Sistema de Recolección de Campo Rubiales mediante un simulador especializado en análisis nodal.

Los objetivos específicos, los cuales fueron:

1. Describir las generalidades de las Troncales 1 y 11 del Sistema de Recolección de Campo Rubiales.
2. Enunciar los conceptos teóricos relacionados con la dinámica de fluidos en un Sistema de Recolección.
3. Determinar las restricciones de flujo que se presentan actualmente en las Troncales 1 y 11 de Campo Rubiales mediante el análisis nodal de las mismas.
4. Evaluar la máxima eficiencia de distribución del fluido de producción entre la Troncal 1 y la Troncal 11 con la configuración actual del Sistema de Recolección de Campo Rubiales.
5. Proponer una configuración alternativa que permita una distribución más eficaz del fluido de producción entre la Troncal 1 y la Troncal 11 del Sistema de Recolección de Campo Rubiales.
6. Cuantificar la optimización de la producción de las Troncales 1 y 11 mediante datos analíticos de presiones y caudales obtenidos en la simulación con respecto a los valores actuales de dichas variables.

Con la finalidad de cumplir a cabalidad con los objetivos propuestos, inicialmente se realizará la descripción general de las Troncales asociadas 1 y 11, esto se hará mediante información que suministrará la empresa; adicional a ello se enunciarán los conceptos teóricos relacionados con la dinámica de fluidos en un Sistema de Recolección, en donde se enunciarán diversos autores y publicaciones referentes a esta temática.

Posteriormente se procederá a determinar las restricciones de flujo que se presentan actualmente en las Troncales 1 y 11 de Campo Rubiales mediante el

modelamiento de la misma en un simulador especializado en análisis nodal, que permita hacer un seguimiento continuo de la presión y del caudal que fluye por dichas Troncales desde el inicio hasta el final de su recorrido.

Lo anterior permitirá hacer un análisis pertinente para encontrar la máxima eficiencia de distribución del fluido de producción entre la Troncal 1 y la Troncal 11 con la configuración actual del Sistema de Recolección de Campo Rubiales, todo esto mediante la ejecución de la simulación a diferentes sensibilidades de apertura de la válvula de interconexión entre Troncales.

También se propondrá una configuración alternativa que permita una distribución más eficaz del fluido de producción entre la Troncal 1 y la Troncal 11 del Sistema de Recolección de Campo Rubiales, todo esto mediante la creación de una nueva simulación que involucre cambios a la configuración actual del Sistema de Recolección del Campo, para lograr aumentar la eficiencia y eficacia en el mismo.

Finalmente, se cuantificará la optimización de la producción de las Troncales 1 y 11 mediante el análisis de datos de presiones y caudales obtenidos en la simulación con respecto a los valores actuales de dichas variables, para lo cual se hará uso de la data de producción del campo que registra diariamente la Compañía.

Se espera lograr una distribución más óptima y equitativa posible del fluido de producción entre las Troncales 1 y 11, de tal manera que los valores de presión y caudal entre ambas Troncales sean iguales o muy similares, esto a través del modelamiento más óptimo y eficaz del montaje actual del Sistema de Recolección de Campo Rubiales y el modelamiento de un posible montaje alternativo de este Sistema de Recolección. La mejora será evaluada mediante el análisis gráfico y cuantitativo de cada uno de los casos a estudiar.

En el primer capítulo se hace una breve descripción de las troncales 1 y 11 del Campo Rubiales y se encuentran algunos conceptos de dinámica de fluidos. El segundo capítulo se realiza una breve descripción de cómo funciona el software a utilizar, la metodología que se utilizó y los datos para llevar a cabo la realización de las diferentes simulaciones. En el tercer capítulo se muestran los resultados de las diferentes simulaciones realizadas. Finalmente, en el último capítulo se realiza un análisis de los gráficos y resultados numéricos obtenidos de las simulaciones.

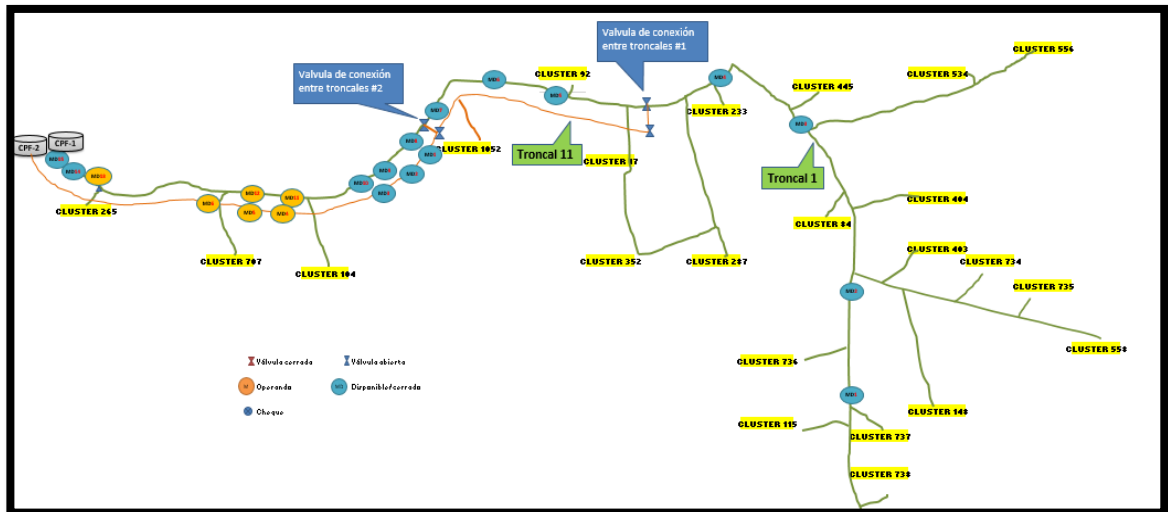
1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen las troncales en estudio, sus características y los clusters que están asociados a ellas. También se presentan algunos conceptos y ecuaciones relacionados con la dinámica de fluido en tuberías.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA TRONCAL

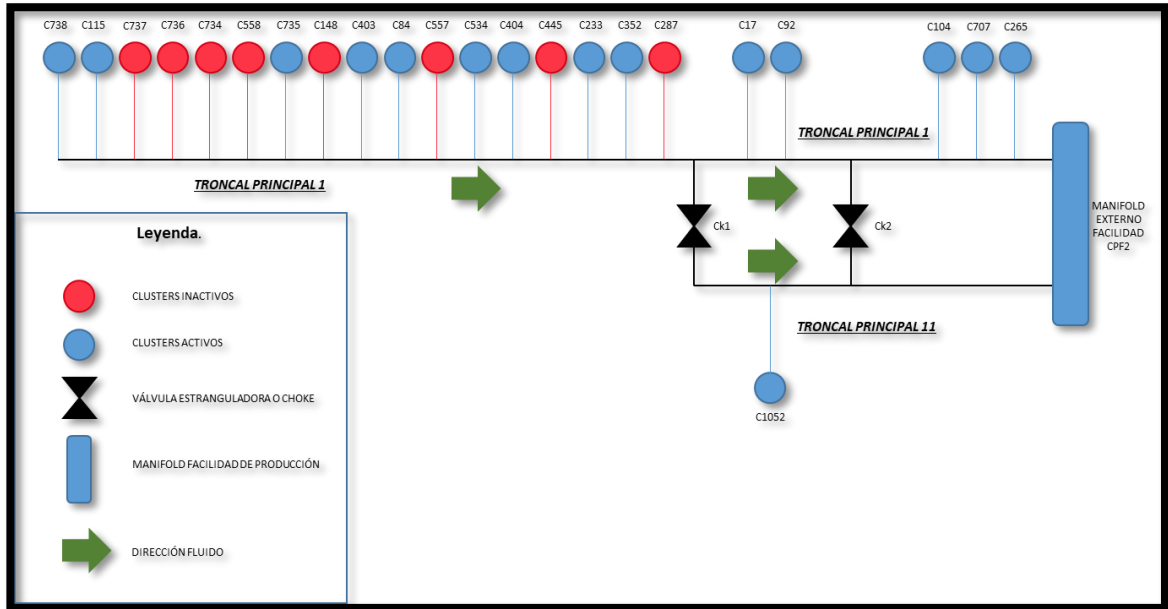
La Troncal 1 de Campo Rubiales tiene un largo recorrido en líneas de 24in de diámetro externo, transportando los fluidos al CPF-2. Recolecta 262445.8 BFPD, a través de 21 clusters (14 activos). A la troncal principal se conecta una troncal paralela (Troncal 11), la cual también cuenta con un diámetro externo de 24in y llega de forma independiente al CPF-2, aliviando las presiones de la Troncal. La Troncal 11 cuenta con dos puntos de conexión a la troncal principal, estos puntos de conexión son tipo Loop y cuenta con un solo Cluster conectado a esta el cual está activo. Las troncales pueden soportar una presión máxima de 270 psi, pues fue diseñada bajo la norma ANSI 150.

Figura 2. Diagrama de las Troncales 1 y 11



Fuente: ECOPETROL S.A.

Figura 3. Esquema de la Troncal 1 y 11.



Fuente: elaboración propia.

1.1.1 Lazos de tuberías (Loops). Es una conexión en forma de “U” invertida, cuya finalidad es conectar paralelamente a la tubería ya existente una tubería de menor longitud, pero de mismo diámetro.

Figura 4. Conexión tipo Loop.



Fuente: Tomada en Campo por ECOPETROL S.A

1.2 PÉRDIDAS DE PRESIÓN Y ENERGÍA EN TUBERIAS

Las pérdidas de energía se dan debido a la fricción interna en el fluido, tales pérdidas traen como resultado la disminución de presión entre dos puntos del sistema de flujo.

1.2.1 Pérdida de presión. Una caída de presión debido a la viscosidad representa una pérdida de presión irreversible llamada ΔP_L para destacar que es una pérdida de presión. La caída de presión es proporcional a la viscosidad μ del fluido, y ΔP sería cero si no hubiera fricción.⁴

Ecuación 1. Pérdida de presión.

$$\Delta P_L = f \frac{L \rho V^2}{D * 2}$$

Fuente: CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 329 p. ISBN 970-10-5612-4.

Donde:

L: Longitud del tramo de tubería (m).

D: Diámetro del conducto (m).

V: Velocidad promedio del flujo (m/s).

ρ : Densidad (kg/m³)

f: Factor de fricción (adimensional)

En el análisis de los sistemas de tuberías, las pérdidas de presión se expresan en términos de altura de la columna de fluido equivalente, llamada pérdida de energía h_L , esta se obtiene cuando se divide ΔP_L entre $\rho * g$ donde se obtiene:

Ecuación 2. Pérdida de energía por fricción.

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Fuente: CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 329 p. ISBN 970-10-5612-4.

Donde:

L: Longitud del tramo de tubería (m).

D: Diámetro del conducto (m).

V: Velocidad promedio del flujo (m/s).

g: Gravedad (m/s²).

f: Factor de fricción (adimensional)

1.2.2 Factor de fricción. Es un parámetro adimensional que depende del número de Reynolds y de la rugosidad relativa. El cálculo de este parámetro varía si el fluido se encuentra en régimen laminar o turbulento.

⁴ CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 37 p. ISBN 970-10-5612-4.

Ecuación 3. Factor de fricción flujo laminar.

$$f = \frac{64}{Re}$$

Fuente: CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 330 p. ISBN 970-10-5612-4.

Donde:

f: Factor de fricción (adimensional)

Re: Número de Reynolds (adimensional)

Ecuación 4. Factor de fricción flujo turbulento.

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{1}{3.7 \frac{D}{\epsilon}} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

Fuente: CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 341 p. ISBN 970-10-5612-4.

Donde:

D: Diámetro del conducto (m).

Re: Número de Reynolds (adimensional).

ϵ : Rugosidad (m) f= Factor de fricción (adimensional)

Esta ecuación es aplicable dentro de los siguientes rangos:

- $100 < D/\epsilon < 1 \cdot 10^6$
- $4000 < Re < 3 \cdot 10^8$

1.2.3 Pérdidas menores o locales. Las pérdidas menores son ocasionadas por accesorios como: válvulas, codos, reducciones, dilataciones, entradas, salidas, flexiones, etc.

La pérdida de presión total producida por una válvula o accesorio consiste en:

1. La pérdida de presión dentro de la válvula.
2. La pérdida de presión en la tubería de entrada es mayor de la que se produce normalmente si no existe válvula en la línea. Este efecto es pequeño.

3. La pérdida de presión en la tubería de salida es superior a la que se produce normalmente si no hubiera válvula en la línea. Este efecto puede ser muy grande.⁵

Para calcular estas pérdidas se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Pérdidas en un accesorio.

$$h_L = K_L \frac{V^2}{2g}$$

Fuente: CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 341 p. ISBN 970-10-5612-4.

Donde:

V: Velocidad media del flujo (m/s).

K_L: Coeficiente de resistencia (adimensional).

g: gravedad (m²/s).

Donde algunos coeficientes de resistencia de algunos accesorios se encuentran en la siguiente tabla:

⁵ PARDO, Luis Emilio. Flujo en tuberías. [en línea], Quibdó.:2000, [Consultado 15, septiembre,2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/jesusfbf/flujo-tuberias-cap-3-y-4>

pueden diferir considerablemente de los valores dados (en especial para las válvulas). En el diseño final se deben usar los datos reales del fabricante.⁶

1.2.4 Radio crítico de presión Ashford and Pierce. La relación de presión crítica C_{PR} es usado para determinar la disminución de presión cuando ocurre un flujo crítico en el *Choke*.

Ashford-Pierce dan la condición del flujo crítico $\frac{\delta q_o}{\delta \varepsilon} = 0$ donde $\varepsilon = C_{PR}$, y simplificando da:

Ecuación 6. Ashford y Pierce Relación de presión crítica.

$$\frac{\delta}{\delta \varepsilon} \left[\frac{\sqrt{1 - \varepsilon + \frac{R_L(1 - \varepsilon^K)}{K}}}{1 + R_L \varepsilon^{-\frac{1}{\gamma}}} \right] = 0$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

ε : Relación de presiones (adimensional).

γ : Relación de calores específicos (adimensional).

R_L : Relación liquido gas (adimensional).

K : Constante (adimensional).

Esta ecuación puede ser manipulada para dar una ecuación para $\varepsilon = C_{PR}$.

Ecuación 7. Ashford y Pierce Relación de presión crítica.

$$(1 + R_L \varepsilon^{\frac{1}{\gamma}})^2 = \frac{2R_L}{\gamma} * \varepsilon^{-\frac{\gamma}{\gamma+1}} * \left(1 - \varepsilon + R_L * \frac{(1 - \varepsilon^K)}{K} \right)$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

ε : Relación de presiones. (adimensional)

γ : Relación de calores específicos. (adimensional)

R_L : Relación liquido gas. (adimensional)

K : Constante. (adimensional)

1.2.5 Beggs and Brill pérdidas de presión por fricción. Para poder calcular las pérdidas por fricción, se utiliza un factor de fricción normalizado (f_{NS}). Se utiliza el

⁶ CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 341 p. ISBN 970-10-5612-4.

factor de fricción de Fanning usando la Ecuación de Chen (**Anexo A**). Para esto se usa el número de Reynolds sin deslizamiento.

Ecuación 8. Reynolds sin deslizamiento.

$$Re_{NS} = \frac{\rho_{NS} v_m D}{\mu_{NS}}$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

ρ_{NS} : Densidad sin deslizamiento (kg/m³).

v_m : Velocidad promedio del flujo (m/s).

D : Diámetro del conducto (m).

μ_{NS} : Viscosidad sin deslizamiento (cP).

Basados en datos experimentales, Beggs y Brill presentaron una correlación que relaciona el factor de fricción (f_{tp}) y el factor de fricción normalizado (f_{NS}), resultando en la siguiente ecuación exponencial.

Ecuación 9. Relación factores de fricción Beggs y Brill.

$$\frac{f_{tp}}{f_{NS}} = e^S$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

f_{tp} : factor de fricción (adimensional).

f_{NS} : factor de fricción normalizado (adimensional).

El valor de S depende del no deslizamiento y la retención de líquidos actual.

Ecuación 10. Factor S.

$$S = \frac{\ln \frac{C_L}{(E_L)^2}}{-0.0523 + 3.182 \left(\ln \frac{C_L}{(E_L)^2} \right) - 0.8725 \left(\ln \frac{C_L}{(E_L)^2} \right)^2 + 0.01853 \left(\ln \frac{C_L}{(E_L)^2} \right)^4}$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

C_L : Contenido de líquido de entrada.

E_L : Retención de líquidos.

Para saber si el valor de S es válido se tienen las siguientes consideraciones:

- Si $y=0$, entonces $S=0$.
- Si $1 < y < 1.2$, entonces $S=\ln(2.2y-1.2)$.

Para un valor valido de S , $f_{tp} = f_{NS}e^S$

Finalmente, la expresión para la pérdida de Presión debido a la fricción es:

Ecuación 11. Pérdida de presión debido a la

$$\Delta P_f = \frac{2f_{tp}v_m^2\rho_{NS}L}{144g_cD}$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

f_{tp} : Factor de fricción (adimensional).

v_m : Velocidad promedio (m/s).

ρ_{NS} : Densidad sin deslizamiento (kg/m^3).

g : gravedad (m/s^2).

D : Diámetro tubería (m).

1.3 PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Son aquellas magnitudes físicas cuyos valores definen el estado que se encuentra.

1.3.1 Viscosidad petróleo muerto. Se calcula a través de dos puntos de datos suministrados, (μ_1, T_1) y (μ_2, T_2) , basándose en la correlación de Beal.

Ecuación 12. Correlación de Beal.

$$\log(\mu_{od}) = \log\left(\mu_1 T_1^{\left(\frac{\log\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)}{\log\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}\right)}\right) - \left(\frac{\log\left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)}{\log\left(\frac{T_2}{T_1}\right)}\right)\log(T)$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

μ_1 : Viscosidad en un punto 1 (Cp).

μ_2 : Viscosidad en un punto 2 (Cp).

T_1 : Temperatura en un punto 1 (K).

T₂: Temperatura en un punto 2 (K).

T: Temperatura media (K).

1.3.2 Viscosidad petróleo vivo. La viscosidad para el petróleo vivo se calcula mediante la correlación de Elsharkawy y Alikhan, teniendo en cuenta la viscosidad del petróleo muerto y la relación gas-líquido.

Ecuación 13. Correlación de Elsharkawy y Alikhan.

$$\mu_{ob} = 1241.932 * (R_s * 641.026)^{-1.12410} * \mu_{od}^{1768.841 * (R_s + 1180.335)^{-1.06622}}$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

R_s: Relación gas-líquido.

μ_{od}: Viscosidad petróleo muerto (Cp).

μ_{ob}: Viscosidad petróleo vivo (Cp).

1.3.3 Viscosidad petróleo insaturado. La viscosidad del petróleo insaturado se calcula mediante la correlación de Hossain. et al, que tiene en cuenta la viscosidad del petróleo vivo, la presión y el punto de burbuja.

Ecuación 14. Correlación de Hossain et al.

$$\mu_{ou} = \mu_{ob} + 0.004481(P - P_b)(0.555955(\mu_{ob}^{1.068099}) - 0.527737(\mu_{ob}^{1.063547}))$$

Fuente: SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web link Reference Manual.

Donde:

μ_{ou}: Viscosidad petróleo insaturado (Cp).

μ_{ob}: Viscosidad petróleo vivo (Cp).

P: Presión yacimiento (psia).

P_b: Punto de burbuja (psia).

1.3.4 Punto de burbuja. El punto de burbuja se puede calcular mediante la correlación de Lasater, J. A, el cual es un método gráfico (**Anexo B**) que emplea la razón gas disuelto-petróleo, la gravedad API del petróleo, la gravedad del gas y la temperatura del yacimiento.

2. METODOLOGÍA

2.1 GENERALIDADES DEL SIMULADOR EMPLEADO

Para el desarrollo de este trabajo de grado se emplea un simulador de flujo multifásico para pozos, líneas de flujo y redes de tuberías, en donde se puede hacer empleo de accesorios tales como estranguladores, bombas, compresores, separadores, etc. Para hacer la respectiva simulación se hace indispensable cargar las propiedades del fluido, las cuales se modelan mediante el uso de correlaciones de fluido multifásico, ya sea para fluido black oil o fluido netamente composicional.

Este simulador posee dentro de sus características la herramienta de análisis nodal, la cual permite hacer un seguimiento de los parámetros de presión de caudal mediante el monitoreo continuo en cada uno de los “nodos” desde donde inicia su trayecto el fluido hasta donde termina.

2.2 ELABORACIÓN DEL MODELO DEL CAMPO

Para lograr determinar el comportamiento del transporte de fluido en las redes de tubería (Troncal 1 y 11) de Campo Rubiales, se debe iniciar con la elaboración de una representación de las Troncales en el software, posterior a ello, se hará uso de los parámetros promedio que se tienen del Campo, para así poder cargarlos al software y de esta manera buscar obtener un match entre el modelo simulado con respecto a la realidad, esto indicará al usuario que el modelo virtual se comportará de manera similar a lo que sucede en la realidad.

2.3 CREACIÓN DE MODELO DE RED DE TUBERÍAS

Para Comenzar la creación de una Red de Tuberías en este simulador, se procederá a ejecutar el simulador, en la cual el usuario procederá a crear un archivo nuevo del tipo “Network”, el cual representará la opción de elaboración de una Red de Tuberías.

A continuación, el simulador mostrará una pizarra en blanco. Después se hará uso de un complemento el cual permite al usuario plasmar en la pizarra una captura satelital de la geografía de cualesquiera sean las coordenadas del lugar a analizar. Dicha herramienta también tomará en cuenta datos de altura del lugar con respecto al nivel del mar, relieve del terreno, entre otras.

En este caso particular, se procederá a buscar las coordenadas del Campo, en donde se pueda tener una buena apreciación de donde se sitúa la Troncal 1 y 11 y de la Facilidad CPF-2 de Campo Rubiales.

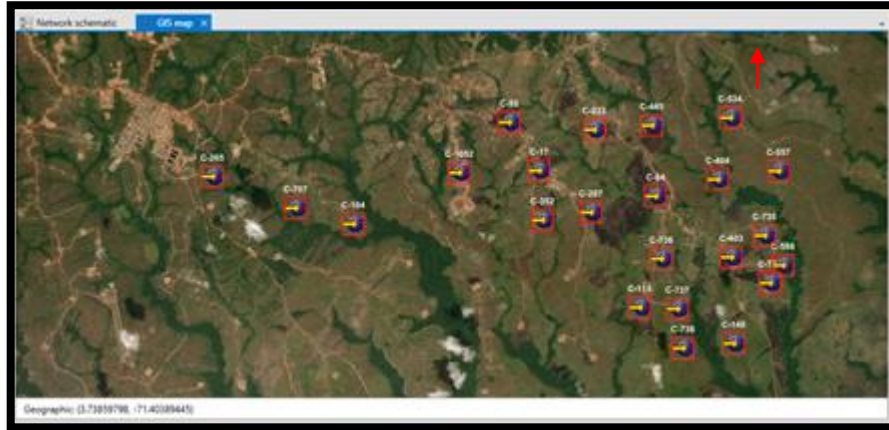
Figura 5. Localización Geográfica Cargada en el simulador.



Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

2.3.1 Ubicación de los clusters en el mapa. Después de haber ubicado el lugar de estudio, se procederá a plasmar la representación total de líneas y componentes asociados a la Troncal 1 y 11. Para esto se debe comenzar por ubicar los clusters asociados a la Troncal 1 y 11, de los cuales proviene el fluido que ingresa a la red de líneas en superficie (**Anexo C**), estos se ubicarán en el mapa de acuerdo a las coordenadas de cada uno de ellos.

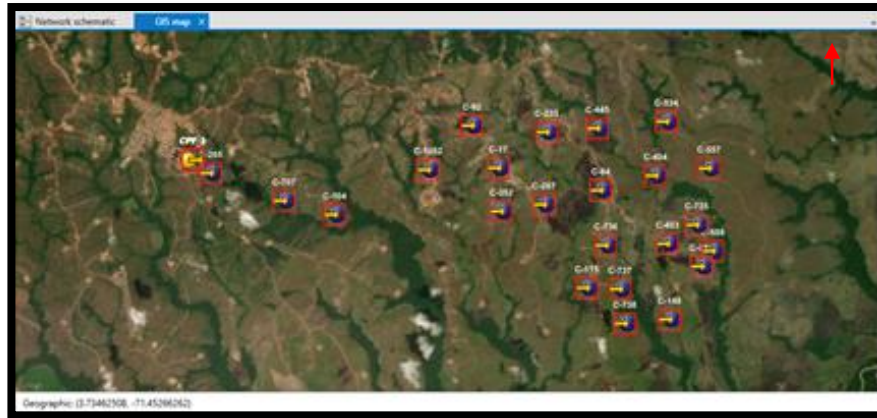
Figura 6. Clusters ubicados en la Localización Geográfica.



Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

2.3.2 Ubicación de la facilidad de producción en el mapa. Después se procederá a ubicar el manifold externo, el cual es el punto a donde llega el fluido que es transportado por la red de líneas en superficie de la Facilidad de Producción CPF-2, la cual está asociada a la Troncal 1 y 11. De acuerdo a las coordenadas de la Facilidad de Producción, esta se ubicará en el mapa teniendo en cuenta que para este caso se debe hacer uso de dos ítems que representen lo anteriormente mencionado, todo esto debido a que al final, la Troncal 1 y la Troncal 11 no se podrán conectar al mismo ítem debido a que el software solo admite una línea enlazada por ítem, por lo cual se instaurarán dos ítems de estos con los nombres CPF-2 y CPF_2, los cuales representaran el punto de llegada del fluido de la Troncal 11 y Troncal 1 respectivamente, pero al final será la misma Facilidad de Producción a donde llega todo el fluido.

Figura 7. Facilidades de Producción ubicadas en la Localización Geográfica.



Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

2.3.3 Ubicación de los nodos en el mapa. Después se procederá a ubicar los nodos de monitoreo a través del recorrido de la Troncal 1 y 11 que se puede vislumbrar en la captura satelital, en dichos puntos el software evaluará parámetros como presión y caudal, lo cual hará tener un seguimiento claro del comportamiento de dichas variables durante todo el recorrido del fluido a través de la red de líneas en superficie, estos se ubicarán en el mapa de acuerdo al trazado geográfico de las Troncales 1 y 11.

Figura 8. Nodos de monitoreo ubicados en la Localización Geográfica.

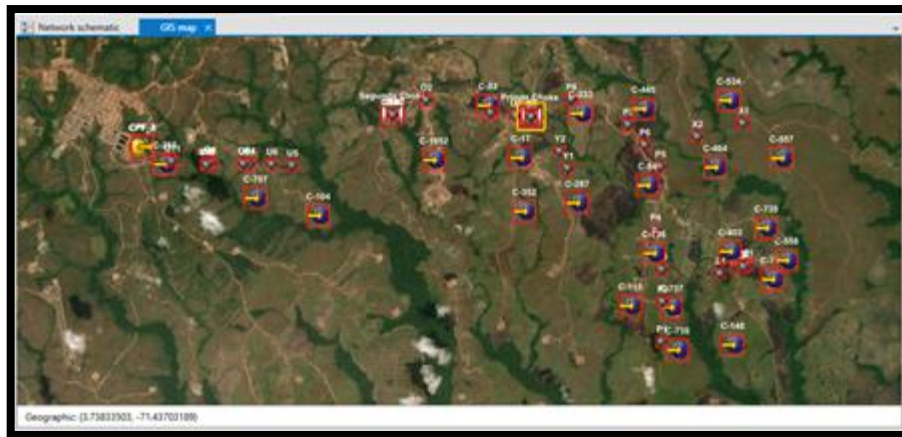


Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

2.3.4 Ubicación de las válvulas estranguladoras o chokes en el mapa. Después se procederá a ubicar las Válvulas estranguladoras o Chokes que regulan

el paso de fluidos entre las Troncales 1 y 11 a través de su recorrido. Durante el recorrido de las Troncales existen dos Chokes en total, en dichos puntos se regulará la apertura de estos con la finalidad de determinar la apertura idónea de estos para hacer una mejor distribución del fluido en el sistema de tuberías. Estos se ubicarán en el mapa de acuerdo a las coordenadas de los mismos.

Figura 9. Chokes ubicados en la Localización Geográfica.

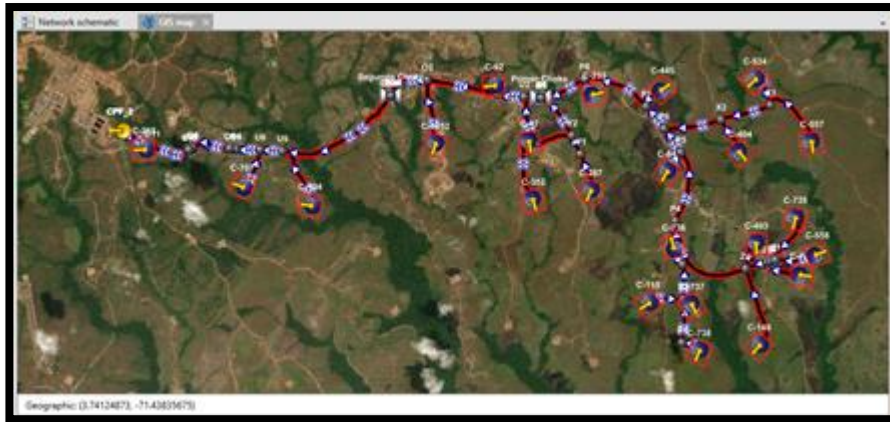


Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

2.3.5 Inserción de las líneas de tubería que componen la red en el mapa.

Hecho lo anterior, ya se pueden realizar la adición de las tuberías al modelo. Esta se realiza mediante la unión de todos los ítems que se han instaurado hasta el momento en el modelo, de tal manera que se pueda recrear la red de tuberías asociadas a la Troncal 1 y 11. Para enlazar todos estos se procede usar tuberías horizontales, y se debe tener en cuenta que en la conexión entre las troncales 1 y 11 que están reguladas mediante válvulas estranguladoras se usará tubería vertical para recrear la representación de la conexión *Loop*.

Figura 10. Líneas de Tubería enlazadas en la Localización Geográfica.



Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

Finalmente habiendo concluido el montaje de la representación de Troncal 1 y 11 en el Simulador se procederá a configurar todos los valores y propiedades que solicita el simulador para cada ítem.

2.4 CONFIGURACIÓN DE VALORES Y PROPIEDADES EN EL SIMULADOR

Para esta etapa del proceso se procede a hacer la inserción de los valores y propiedades por ítems de la misma familia. Los nombres destinados a cada ítem son de libre albedrío.

2.4.1 Datos de clusters. Para cada *Cluster* se procederá a establecer valores de temperatura, caudal de fluido y modelo de fluido: (Si el *Cluster* está inactivo en la realidad, se debe desactivar en la simulación).

Figura 11. Datos de entrada para un *Cluster*.

The screenshot shows a software interface with the following sections:

- SOURCE**
 - Name: C-17
 - Active:
- FLUID MODEL**
 - No global fluids available. + New...
- PRESSURE/FLOWRATE BOUNDARY CONDITIONS**
 - PQ curve:
 - Pressure: [] psia
 - Temperature: [] degF
 - Liquid flowrate: [] STB/d

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

2.4.2 Temperatura. Según datos provenientes del Operador del Campo la temperatura para todos los *Cluster* Asociados a la Troncal 1 y 11 es 145°F.

2.4.3 Flujo de líquido. Este valor de producción es propio de cada *Cluster*, (**Anexo C**).

2.4.4 Modelo de fluido. Este parámetro es propio de cada *Cluster*, en este paso se debe cargar un nuevo modelo, donde el software pedirá el tipo de fluido, en este caso se escogerá “*Heavy Oil + Gas*”, debido a que el Campo maneja un tipo de crudo pesado y posee un GOR=7 SCF/STB.

Figura 12. Datos de entrada para Tipo de Fluido.

The screenshot shows a dropdown menu with the text 'Template: Heavy Oil + Gas' and a downward arrow on the right side.

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Después de validar el paso anterior, el software pedirá las propiedades del fluido de cada *Cluster*.

- Corte de Agua: Propio de cada *Cluster* (**Anexo C**)
- GOR: Para todos los *Cluster* se usó el dato promedio del Campo que es equivalente a 7 SCF/STB
- Gravedad Especifica del Gas: Para todos los *Cluster* se usó el dato promedio del Campo que es equivalente a 0.6636

- Gravedad Especifica del Agua: Para todos los *Cluster* se usó el dato promedio del Campo que es equivalente a 1.02
- Gravedad API: Para todos los *Cluster* se usó el dato promedio del Campo que es equivalente a 12.5 °API.
- Fracciones Molares de Contaminantes: Se dejan los valores en cero porque la concentración de contaminante es despreciable.

Figura 13. Datos de entrada de propiedades del fluido.

STOCK TANK PROPERTIES		CONTAMINANT MOLE FRACTIONS	
Watercut	0 %	CO2 fraction:	0
GOR	SCF/STB	H2S fraction:	0
Gas specific gravity:	0.6636	N2 fraction:	0
Water specific gravity:	1.02	H2 fraction:	0
API	26 dAPI	CO fraction:	0

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

2.4.5 La viscosidad del fluido de cada *cluster*.

Petróleo Insaturado: Se usará la Correlación de Hossain.

Petróleo Vivo: Se usará la Correlación de Elsharkawy.

Petróleo Muerto: Se usará la Correlación de Dos Puntos, donde se tienen valores promedio de viscosidad del Campo a dos diferentes temperaturas, estas son:

- Viscosidad @ 160°F = 91.2 cP
- Viscosidad @ 150°F = 112.71 cP

Mezcla: Se dejará los datos por defecto del simulador.

Figura 14. Datos de entrada de viscosidad del fluido.

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

2.4.6 La calibración del fluido de cada *cluster*. En este paso se calibra la Presión de Burbuja, el software pedirá que le suministre datos por encima y por debajo de dicha presión, pero solo bastará con fijar el dato que se tiene ya establecido del Campo por el personal de Yacimientos en el Punto Exacto de Burbuja:

- Sat. Gas = 1.012 SCF/STB.
- Presión de Burbuja = 80 psig.
- Temperatura de Burbuja = 145 °F.
- Correlación para el Punto de Burbuja: Laseter.

Figura 15. Datos de entrada de valores de calibración del fluido.

	Calibration	Pressure	Temperature	Correlation	
Above BP	OFVF		psia	degF	Vasquez & Beggs
At BP	Sat. Gas: 1.012 SCF/STB	94.69595 psia	145 degF	degF	Lasater
	OFVF		psia	degF	Standing
At or Below BP	Live oil viscosity:	cP	psia	degF	Elsharkawy
	Gas viscosity:	cP	psia	degF	Lee et al.
	Gas Z:		psia	degF	Standing

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Los valores térmicos se dejan por defecto ya que el software los calcula de acuerdo a los datos que se le suministraron anteriormente.

Figura 16. Datos predeterminados de valores térmicos.

	Specific heat capacity		Thermal conductivity	
Gas	0.5500017	Btu/(lbm.degF)	0.02	Btu/(h.degF.ft)
Oil	0.4500014	Btu/(lbm.degF)	0.08	Btu/(h.degF.ft)
Water	1.000003	Btu/(lbm.degF)	0.35	Btu/(h.degF.ft)

Enthalpy calculation method: 1983 2009
 Specific latent heat of vaporization: 139.9996 Btu/lbm

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

El procedimiento anterior se repite para cada uno de los *Clusters*, y de esta manera ya se tendrá configurados los datos para cada *Cluster*.

2.5 DATOS DE FACILIDAD

La presión del manifold externo de ingreso a la facilidad a establecer en el software que se tiene de Campo es de 50 psig. El Flujo de Líquido no se establece debido a que no se poseen dichos datos del manifold ya que no hay instrumentación de flujo en ese punto. Los dos ítems que representan la Facilidad de Producción deben llevar dicho valor de presión idéntico.

Figura 17. Datos de entrada de la Facilidad de Producción.

Name: CPF-2
 Active:
GENERAL
 Pressure: 50 psig
 Liquid flowrate: STB/d

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

2.6 DATOS DE LOS CHOKES

Propiedades del *Choke*:

- Correlación Subcrítica: Mecanística.
- Correlación Crítica: Mecanística.

- Tamaño Apertura: 24 pulgadas, todos esto debido a que las tuberías de entrada y salida del choque son de 24 pulgadas ambas. **(Este valor se va a ir variando posteriormente).**
- Radio de Presión Crítico: Se fijará en “calcular” y a su vez el software lo determinará mediante el método de Ashford- Pierce.
- Tolerancia: Se deja por defecto la del software, que es 0.5%.
- Diámetro Interno Tubería de Salida: Se pondrá 23.25 pulgadas, que representa el diámetro interno de ambas tuberías de entrada y salida del choque.

Figura 18. Datos de entrada generales del Choke.

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Las propiedades avanzadas del *Choke* se dejan por defecto las del software.

Figura 19. Datos de entrada propiedades avanzadas del *Choke*.

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

2.7 DATOS DE LAS TUBERÍAS

Principalmente para todas las tuberías se deberá determinar su inclinación en el terreno y la altura sobre el nivel del mar a la que se encuentran, de esta manera el modelo en general tomara en cuenta dichas variables para los cálculos posteriores. Para esto se procederá a capturar la elevación e inclinación del terreno en el simulador.

Después para cada tubería se procederá a establecer determinadas propiedades dependiendo si es Horizontal o Vertical.

2.7.1 Datos para tuberías horizontales.

- Diámetro Interno: Si es una línea que sale de un *Cluster* a la Troncal se establecerá la tubería 190 API y si es una tubería perteneciente a la Troncal se establecerá la tubería 304 API. De esta forma el modelo tomará de sus bases de datos propias todos los valores de propiedades relacionados con dichas tuberías en particular.
- Espesor: Se autocompletará a partir del Diámetro Interno de la Tubería.
- Rugosidad: Se autocompletará a partir del Diámetro Interno de la Tubería.

Figura 20. Datos de entrada Generales Tubería Horizontal.

General		Heat transfer	
PIPE DATA			
Inside diameter:	12	in	...
Wall thickness:	0.375	in	...
Roughness:	0.0018	in	...

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

- Transferencia de Calor: Se deja por defecto los datos del Simulador.

Figura 21. Datos de entrada de transferencia de calor Tubería Horizontal.

General		Heat transfer	
THERMAL DATA			
U Value input:	<input checked="" type="radio"/> Specify	<input type="radio"/> Calculate	
U Value type:	Insulated		
Heat transfer coefficient:	0.2	Btu/(h.degF.ft2)	...
Inside film coefficient:	<input checked="" type="radio"/> Include	<input type="radio"/> Calculate separately	

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

2.7.2 Datos para tuberías verticales.

- Diámetro Interno: Como sólo hay tubería vertical en los *Loops*, y este a su vez es una tubería perteneciente a la Troncal, se establecerá la tubería 304 API. De esta forma el modelo tomará de sus bases de datos propias todos los valores de propiedades relacionados con dichas tuberías en particular.
- Espesor: Se autocompletará a partir del Diámetro Interno de la Tubería.
- Rugosidad: Se autocompletará a partir del Diámetro Interno de la Tubería.
- Altura de la Plataforma: Se debe dejar en 0 ft.
- Distancia Horizontal: Se debe dejar en 0 ft.
- Profundidad: Se debe dejar en 2 ft.
- Transferencia de Calor: Se deja por defecto los datos del Simulador.

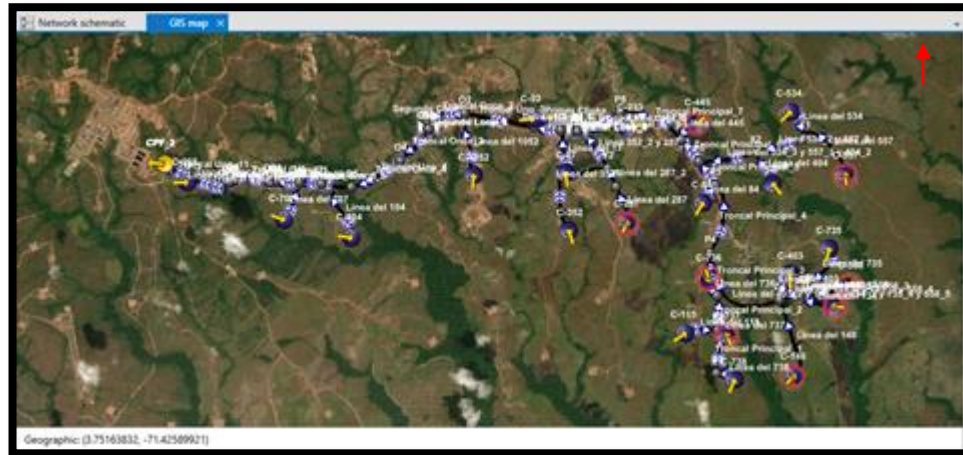
Figura 22. Datos de entrada Generales y de transferencia de calor Tubería Vertical.

PIPE DATA	
Inside diameter:	23.25 in
Wall thickness	0.375 in
Roughness:	0.0018 in
PLATFORM DATA	
Platform height (above waterline):	0 ft
PROFILE DATA	
Horizontal distance	0 ft
Seabed depth:	2 ft
Use as downcomer:	<input type="checkbox"/>
HEAT TRANSFER DATA	
U Value type air section:	Insulated
U Value air section:	0.2 Btu/(h.degF....)
U Value type water section:	Insulated
U Value water section:	0.2 Btu/(h.degF....)
Inside film coefficient:	<input checked="" type="radio"/> Include <input type="radio"/> Calculate separate

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

De haberse realizado toda secuencia de pasos anteriores a cabalidad, el modelo está listo para correr la simulación.

Figura 23. Vista Final del modelo totalmente configurado.



Fuente: elaboración propia con base en: simulador especializado en análisis nodal.

2.8 MATCH DEL MODELO SIMULADO CON LA REALIDAD

Con la finalidad de lograr ajustar el modelo elaborado en simulador con la realidad, se debe correr una primera simulación para determinar que valores de presiones se tienen en los *Clusters* y poder saber la desviación con respecto a los datos reales.

2.8.1 Correr la simulación. Al Ejecutar una corrida en el simulador, el software mostrará una pantalla de códigos, en donde empezará a hacer el respectivo análisis nodal mediante iteraciones y determinaciones de funciones error con base a los datos introducidos anteriormente.

Finalmente se obtendrán los resultados de la corrida enlistados en una tabla, en donde se podrá apreciar valores en cada nodo, las variables como presión de salida, temperatura de salida, flujo de líquido, GOR, corte de agua, entre otras.

Figura 24. Ejemplo de datos obtenidos a partir de una corrida en el simulador.

Name	Type	Pressure (psia)	Temperature (degF)	ST Liquid rate (STB/d)	ST Oil rate (STB/d)	ST Water rate (STB/d)	ST Gas rate (mmcf/d)	ST GOR (SCF/STB)	ST WCUT (%)	FL Gas rate (mmcf/d)	FL WCUT (%)
21 X2	Junction	94.48018	141.4737	7550	199.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554	0.0002395294	97.4449
22 Y2	Junction	79.676	143.6906	14404	344.2356	14098.74	0.002409791	7	97.61	0.000451848	97.55977
23 Z2	Junction	97.8773	141.7957	3944.8	164.4962	3780.302	0.001151488	7	95.83	0.0001679054	95.74965
24 Z3	Junction	96.23871	141.5596	3944.8	164.4962	3780.302	0.001151488	7	95.83	0.0001712455	95.74993
25 Z4	Junction	92.13348	142.6834	11155.8	200.5132	10955.25	0.001403873	7	98.20225	0.000220722	98.36578
26 CPF-1	Sink	64.896	143.422	294234.8	12526.79	281774.1	0.08764562	7	95.74483	0.02090459	95.85414
27 CPF-2	Sink	64.69601	134.3236	16133.36	517.4894	15615.89	0.003622388	7	96.78255	0.0008496343	96.73067
28 C-104	Source	114.8323	145	48747	1368.916	45438.08	0.00962418	7	97.2	0.00196895	97.54212
29 C-105	Source	88.22719	145	8370.3	655.1099	8717.19	0.004577772	7	93.03	0.0007600736	92.89126
30 C-115	Source	94.83699	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.0002594071	7	96.06	3.496448E-05	96.01985
31 C-117	Source	81.96418	145	26594	723.4486	24770.53	0.000264143	7	97.31	0.0002029654	97.25117
32 C-233	Source	82.83286	145	21221	568.7228	20652.28	0.001881962	7	97.32	0.0007147158	97.26343
33 C-265	Source	78.33914	145	63369	585.713	57448.29	0.04099003	7	96.73	0.00785858	96.56631
34 C-252	Source	91.64253	145	14404	344.2356	14098.74	0.002409791	7	97.61	0.0003811528	97.56542
35 C-403	Source	85.73374	145	3211	36.055	7174.545	0.0002523852	7	99.5	4.348819E-05	99.48928
36 C-404	Source	96.66746	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957142	7	97.73	0.0001425962	97.68315
37 C-534	Source	62.46658	145	1526	52.3418	1473.658	0.0000963828	7	96.57	4.61258E-05	96.4981
38 C-707	Source	106.3872	145	38244	1181.74	37862.26	0.008272183	7	96.91	0.001056526	96.84648
39 C-735	Source	99.81404	145	3944.8	164.4962	3780.302	0.001151488	7	95.83	0.00014531	95.74555
40 C-738	Source	99.73751	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.381798E-05	7	99.08	1.844477E-05	99.06072
41 C-84	Source	92.54199	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92	0.0005842311	96.85667
42 C-92	Source	77.08055	145	11130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	87.18	0.00196386	87.32998

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Se debe lograr que los valores de presión de salida de cada *Cluster* coincidan con los valores reportados en la realidad. (ver **Anexo C** datos de producción 29 de Marzo de 2019).

De no coincidir, el usuario deberá ajustar dichos valores mediante la variación de factores de fricción de las tuberías asociadas a cada *Cluster*, mediante la aplicación del concepto teórico que asegura que la presión en tuberías es directamente proporcional al factor de fricción de la misma, es decir, que al aumentar el factor de fricción en una tubería se incrementará la presión en el *Cluster* asociado, o viceversa.

Se recomienda no solo cambiar el Factor de Fricción Multifásico Horizontal, sino que también se debe ajustar el Factor de Fricción Multifásico Vertical, de tal forma que se pueda lograr un mejor ajuste o match de la simulación.

Figura 25. Datos de entrada para fijar las propiedades y valores relacionados con el Factor de Fricción en tubería.

Name	Type	Vertical multiphase model	Vertical multiphase correlation	Vertical multiphase friction factor	Vertical multiphase holding factor	Horizontal multiphase model	Horizontal multiphase correlation	Horizontal multiphase friction factor	Horizontal multiphase holding factor	Sweep angle	SP correlation	SP factor	Outputs
Linea del 332	Flowing	Salem Jari...	Hagedorn...	3	1	Salem Jari...	Sage & E...	3	1	45	Mistry		

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

A partir del ensayo y error el Usuario notará que, mediante las distintas corridas de la simulación con las diferentes modificaciones, la teoría acierta y que el modelo irá ajustando poco a poco.

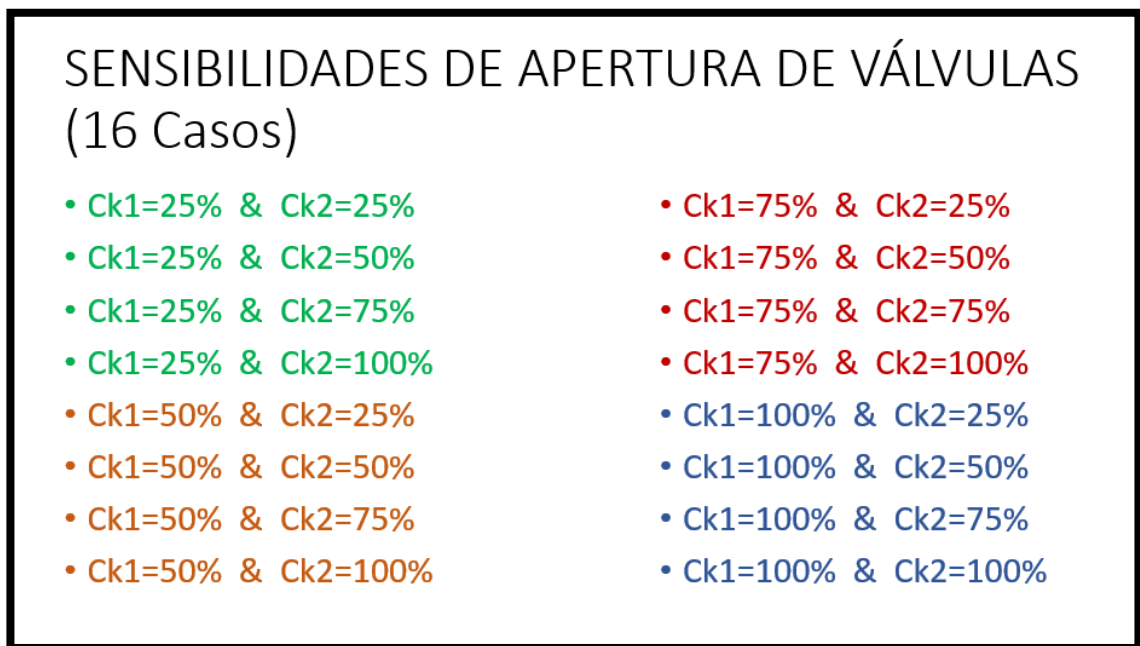
Se deberá contrastar los datos de la simulación con los datos reales para determinar el ajuste de la simulación con la realidad. A partir de un *Match* de 90% se puede decir que la simulación ajusta con la realidad, todo esto debido a que por fallas o mantenimientos en el sistema de recolección, venteo de líneas, restricción de recibo de fluido por contingencia en la Facilidad, entre otras, pueden generar distorsión en los valores de operación normal en el Sistema de Recolección. En este caso en particular la Simulación se hizo con los datos de finales de Marzo del presente año, periodo en que la Troncal 1 y 11 tuvo una operación continua y estable. El *Match* o ajuste que se obtuvo fue del 98%.

3. RESULTADOS

Para cumplir con los objetivos propuestos para este trabajo de grado, primero, se realiza una corrida de la simulación con la apertura actual de las dos válvulas estranguladoras o *Chokes*, las cuales se encuentran ambas al 20% de apertura, en donde se determina en dichos puntos de conexión entre las Troncales 1 y 11 las variables de presión y caudal asociadas a la distribución del fluido en las mismas.

Posteriormente, para el montaje actual, se realiza una corrida para 16 diferentes tipos de configuración de apertura de válvulas, para así poder determinar cuál de estas sera la mejor apertura que podrían tener estas válvulas, logrando así encontrar la máxima eficiencia de distribución de fluido, mediante el análisis de variables de presión y caudal. Para este caso, la mejor configuración obtenida obtener fue de ambas válvulas estranguladoras al 25% de apertura.

Figura 26. Esquema que relaciona los 16 diferentes tipos de sensibilidades de apertura de válvulas estranguladoras que se realizaron para la Troncal 1 y 11 con el Escenario Actual.

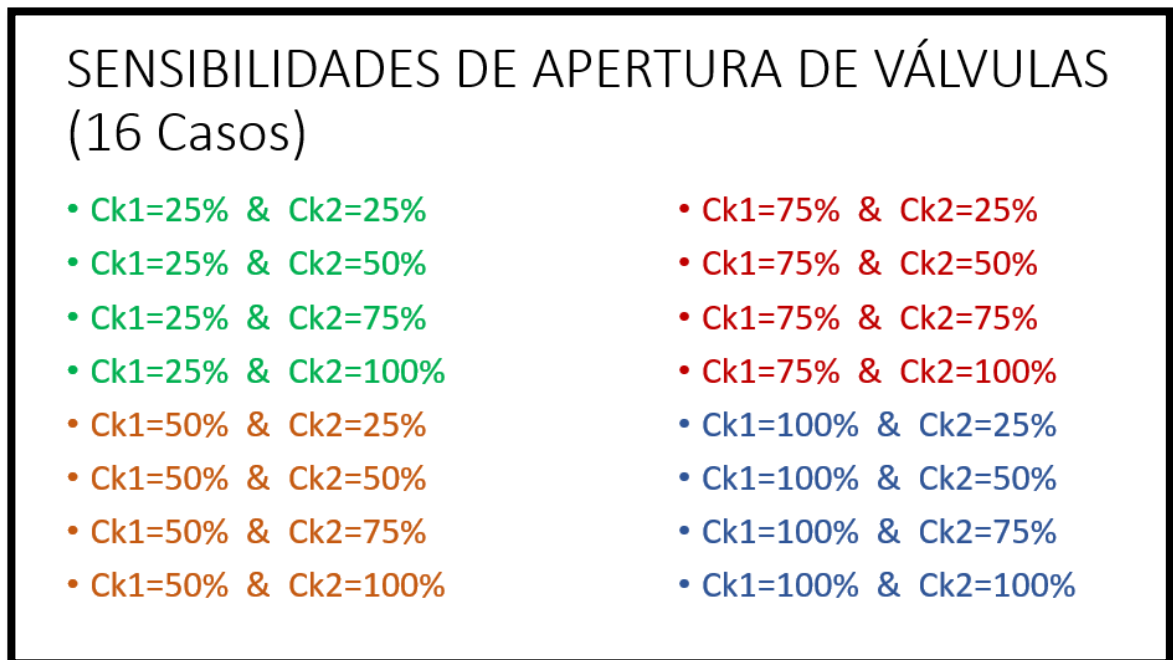


Fuente: elaboración propia.

Después, se propuso una modificación al montaje actual, la cual consiste en retirar la unión tipo *Loop* con la que cuentan las dos conexiones entre las Troncales 1 y 11, reemplazando estas por uniones a nivel de suelo que permitan una distribución más equitativa del fluido entre las Troncales. Dichas uniones también serán reguladas por válvulas estranguladoras o *Chokes*. Para esta propuesta, también se

realizó una corrida para 16 diferentes tipos de configuración de apertura de válvulas, para así poder determinar cuál de estas era la mejor apertura que podrían tener estas válvulas, logrando así encontrar la máxima eficiencia de distribución de fluido, mediante el análisis de variables de presión y caudal. Para este caso, la mejor configuración que se pudo obtener fué de la primera válvula estranguladora al 50% de apertura y la segunda válvula estranguladora al 100% de apertura.

Figura 27. Esquema que relaciona los 16 diferentes tipos de sensibilidades de apertura de válvulas estranguladoras que se realizaron para la Troncal 1 y 11 con el Escenario Modificado.



Fuente: elaboración propia.

Para la validación de los datos obtenidos en la simulación, se contrastaron los datos de la simulación con los datos reales para determinar el ajuste de la simulación con la realidad. Esto se realizó para el montaje actual y el montaje modificado, los resultados de estas dos validaciones se muestran a continuación.

Tabla 2. Validación de simulación mediante ajustes de presiones para el montaje actual.

Cluster	P Real (psig)	P Real Simulada (psig)	Porcentaje de Error entre Presiones Real y Simulada (%)	Delta Presión (Preal - Psim) (psig) (En Valor Absoluto)
MANIFOLD EXTERNO CPF2	50.00	50.00	0.0%	0.0
MANIFOLD EXTERNO CPF-2	50.00	50.00	0.0%	0.0
CLUSTER 104	102.67	102.52	0.1%	0.2
CLUSTER 1052	72.50	74.70	3.0%	2.2
CLUSTER 115	88.00	89.15	1.3%	1.2
CLUSTER 17	77.67	77.03	0.8%	0.6
CLUSTER 233	74.25	77.40	4.2%	3.2
CLUSTER 265	65.30	66.06	1.2%	0.8
CLUSTER 352	89.00	86.05	3.3%	3.0
CLUSTER 403	80.00	80.04	0.1%	0.0
CLUSTER 404	96.00	91.23	5.0%	4.8
CLUSTER 534	79.00	76.50	3.2%	2.5
CLUSTER 707	95.50	96.99	1.6%	1.5
CLUSTER 735	90.00	92.25	2.5%	2.2
CLUSTER 738	92.00	94.07	2.3%	2.1
CLUSTER 84	87.33	86.39	1.1%	0.9
CLUSTER 92	73.33	73.02	0.4%	0.3
Porcentaje de Error Promedio (Debe ser menor a 5%)			2.00%	
Desviación Estandar de los Porcentajes de Error (Debe ser menor a 5%)			1.50%	

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Validación de simulación mediante ajustes de presiones para el montaje modificado.

Cluster	P Real (psig)	P Real Simulada (psig)	Porcentaje de Error entre Presiones Real y Simulada (%)	Delta Presión (Preal - Psim) (psig) (En Valor Absoluto)
MANIFOLD EXTERNO CPF2	50.00	50.00	0.0%	0.0
MANIFOLD EXTERNO CPF-2	50.00	50.00	0.0%	0.0
CLUSTER 104	102.67	102.52	0.1%	0.2
CLUSTER 1052	72.50	74.70	3.0%	2.2
CLUSTER 115	88.00	89.15	1.3%	1.2
CLUSTER 17	77.67	77.03	0.8%	0.6
CLUSTER 233	74.25	77.40	4.2%	3.2
CLUSTER 265	65.30	66.06	1.2%	0.8
CLUSTER 352	89.00	86.05	3.3%	3.0
CLUSTER 403	80.00	80.04	0.1%	0.0
CLUSTER 404	96.00	91.23	5.0%	4.8
CLUSTER 534	79.00	76.50	3.2%	2.5
CLUSTER 707	95.50	96.99	1.6%	1.5
CLUSTER 735	90.00	92.25	2.5%	2.2
CLUSTER 738	92.00	94.07	2.3%	2.1
CLUSTER 84	87.33	86.39	1.1%	0.9
CLUSTER 92	73.33	73.02	0.4%	0.3
Porcentaje de Error Promedio (Debe ser menor a 5%)			2.00%	
Desviación Estandar de los Porcentajes de Error (Debe ser menor a 5%)			1.50%	

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos después de la validación.

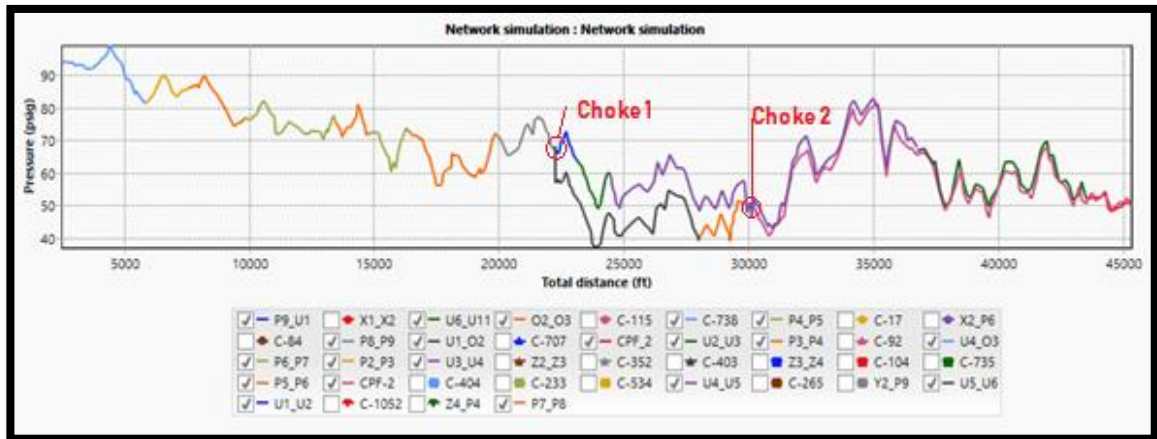
3.1 CONFIGURACIÓN CK1=20% Y CK2=20% (ESCENARIO ACTUAL)

Para obtener los resultados del análisis nodal realizado por el *software* se hace necesario seguir la metodología anteriormente descrita, y posteriormente se procede a recopilar los datos obtenidos en una tabla. (Los resultados obtenidos de esta sensibilidad se encuentran en el **Anexo D**).

A partir de los resultados obtenidos se procede a realizar una interpretación de los valores de presión y caudal que permitan realizar un análisis del escenario actual. Dicho análisis se puede realizar mediante la interpretación de graficas de presión y de los datos de caudal arrojados al final de la corrida por el simulador.

La gráfica siguiente permite ver el comportamiento de la presión a través del recorrido de la Troncal, es decir, desde que comienza a recolectar fluido hasta ser entregado en la Facilidad de Producción. Esta representa la configuración de apertura presente que poseen ambas válvulas estranguladoras con el montaje actual. (Válvula Estranguladora 1 = 20% de apertura y Válvula Estranguladora 2 = 20% de apertura).

Figura 28. Perfil de Presión de la Troncal 1 y 11 con la Configuración Actual con el Escenario Actual.



Fuente: Simulador especializado en análisis nodal. Modificada por los autores.

Como se puede ver en la Figura 28, hay una diferencia entre las presiones de la Troncal 1 y las presiones de la Troncal 11. Dicha diferencia se da cuando se distribuye el fluido entre las Troncales 1 y 11 a través de las Válvulas estranguladoras o *Chokes* que las conectan. A continuación, se relacionan en las siguientes tablas las diferencias de presión que se dan entre las troncales 1 y 11 en los puntos donde se encuentran los *Chokes*.

Tabla 4. Análisis de Distribución de Presiones en el Primer *Choke* con la Configuración Actual con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Presiones en el Primer <i>Choke</i>		
Presión en la Troncal 1 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	66.6 psig	53.49%
Presión en la Troncal 11 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	57.9 psig	46.51%
	ΔP (Psig)	8.7
	Delta de Distribución	3.49%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Análisis de Distribución de Presiones en el Segundo *Choke* con la Configuración Actual con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Presiones en el Segundo <i>Choke</i>		
Presión en la Troncal 1 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	51.9 psig	51.36%
Presión en la Troncal 11 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	49.2 psig	48.64%
	ΔP (Psig)	2.7
	Delta de Distribución	1.36%

Fuente: elaboración propia.

También para esta configuración o sensibilidad de apertura se puede estudiar la distribución de caudal entre las Trocales 1 y 11 en estos mismos puntos de conexión, donde se reitera, se encuentran las válvulas estranguladoras 1 y 2. A continuación, se relacionan en las siguientes tablas las diferencias de caudal que se dan entre las Troncales 1 y 11 en los puntos donde se encuentran los *Chokes*.

Tabla 6. Análisis de Distribución de Caudal en el Primer *Choke* con la Configuración Actual con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Caudales en el Primer <i>Choke</i>		
Caudal que viene por la Principal (Fluido Total antes de la Válvula <i>Choke</i>)	74678 BFPD	100%
Caudal que migra hacia la Troncal 11	45339 BFPD	60.71%
Caudal que continua por la Troncal 1	29339 BFPD	39.29%
	Delta de Distribución	10.71%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Análisis de Distribución de Caudal en el Segundo *Choke* con la Configuración Actual con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Caudales en el Segundo <i>Choke</i>		
Caudal que viene por la Troncal 1	107363 BFPD	N/A
Caudal que viene por la Troncal 11	54710 BFPD	N/A
Suma de los Valores Anteriores (Fluido Total antes de la Válvula <i>Choke</i>)	162072 BFPD	100%
Caudal que continua por la Troncal 1	92540BFPD	57.10%
Caudal que migra hacia la Troncal 11	69533 BFPD	42.90%
	Delta de Distribución	7.10%

Fuente: elaboración propia.

3.2 CONFIGURACIÓN CK1=25% Y CK2=25% (ESCENARIO ACTUAL)

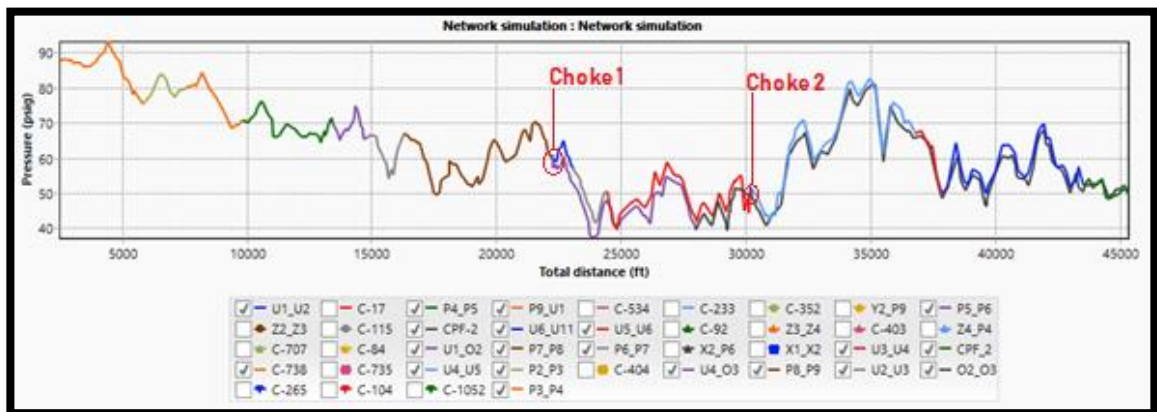
Para obtener los resultados del análisis nodal realizado por el software se hace necesario haber seguido la metodología anteriormente descrita, y posterior a ello se procede a recopilar los datos obtenidos en una tabla. (Los resultados obtenidos de esta sensibilidad se encuentran en el Anexo D).

A partir de los resultados obtenidos se procede a realizar una interpretación de los valores de presión y caudal que permitan realizar un análisis de la situación más favorable que se puede tener haciendo uso del montaje actual con que se cuenta en el Campo. Dicho análisis se puede realizar mediante la interpretación de gráficas

de presión obtenidas a partir del simulador y de los datos de caudal arrojados al final de la corrida por el simulador.

La gráfica siguiente permite ver el comportamiento de la presión a través del recorrido de la Troncal, es decir, desde que comienza a recolectar fluido hasta que lo entrega a la Facilidad de Producción. Esta representa la configuración más óptima de apertura que podrían tener ambas válvulas estranguladoras con el montaje actual. (Válvula Estranguladora 1 = 25% de apertura y Válvula Estranguladora 2 = 25% de apertura).

Figura 29. Perfil de Presión de la Troncal 1 y 11 con la configuración óptima usando el Escenario Actual.



Fuente: Simulador especializado en análisis nodal. Modificada por los autores.

Como se puede ver en la Figura 29, la diferencia entre las presiones de la Troncal 1 y las presiones de la Troncal 11 es muy leve, pero a comparación del caso actual, esta diferencia es menor. A continuación, se relacionan en las siguientes tablas las diferencias de presión que se dan entre las troncales 1 y 11 en los puntos donde se encuentran los *Chokes*.

Tabla 8. Análisis de Distribución de Presiones en el Primer *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Presiones en el Primer <i>Choke</i>		
Presión en la Troncal 1 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	59.4 psig	50.60%
Presión en la Troncal 11 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	58.0 psig	49.40%
	ΔP (Psig)	1.4
	Delta de Distribución	0.60%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Análisis de Distribución de Presiones en el Segundo *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Presiones en el Segundo <i>Choke</i>		
Presión en la Troncal 1 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	51.6 psig	51.22%
Presión en la Troncal 11 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	49.1 psig	48.78%
	ΔP (Psig)	2.5
	Delta de Distribución	1.22%

Fuente: elaboración propia.

También para esta configuración o sensibilidad de apertura se puede estudiar la distribución de caudal entre las Trocales 1 y 11 en estos mismos puntos de conexión, donde se reitera, se encuentran las válvulas estranguladoras 1 y 2. A continuación, se relacionan en las siguientes tablas las diferencias de caudal que se dan entre las Troncales 1 y 11 en los puntos donde se encuentran los *Chokes*.

Tabla 10. Análisis de Distribución de Caudal en el Primer *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Caudales en el Primer <i>Choke</i>		
Caudal que viene por la Principal (Fluido Total antes de la Válvula <i>Choke</i>)	74678 BFPD	100%
Caudal que migra hacia la Troncal 11	36837 BFPD	49.33%
Caudal que continua por la Troncal 1	37841 BFPD	50.67%
	Delta de Distribución	0.67%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Análisis de Distribución de Caudal en el Segundo *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Actual.

Análisis del Distribución de Caudales en el Segundo <i>Choke</i>		
Caudal que viene por la Troncal 1	115865 BFPD	N/A
Caudal que viene por la Troncal 11	46207 BFPD	N/A
Suma de los Valores Anteriores (Fluido Total antes de la Válvula <i>Choke</i>)	162072 BFPD	100%
Caudal que continua por la Troncal 1	93674 BFPD	57.80%
Caudal que migra hacia la Troncal 11	68398 BFPD	42.20%
	Delta de Distribución	7.80%

Fuente: elaboración propia.

Para este caso se observa una mejor distribución de caudal con respecto al caso actual. Lo cual permite dilucidar una mejora considerable en la distribución de caudal.

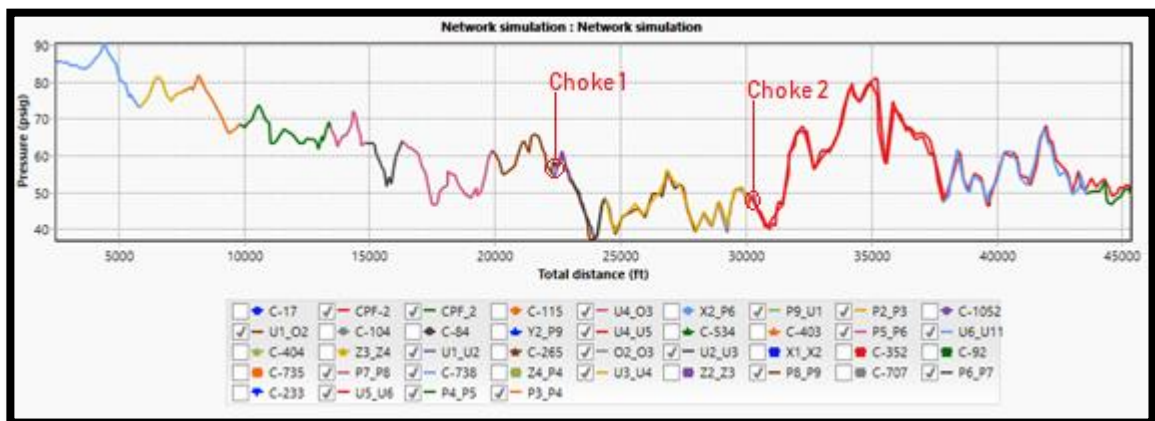
3.3 CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=100% (ESCENARIO MODIFICADO)

Para obtener los resultados del análisis nodal realizado por el software se hace necesario haber seguido la metodología anteriormente descrita, y posterior a ello se procede a recopilar los datos obtenidos en una tabla. (Los resultados obtenidos de esta sensibilidad se encuentran en el **Anexo D**).

A partir de los resultados obtenidos se procede a realizar una interpretación de los valores de presión y caudal que permitan realizar un análisis de la situación más favorable que se puede tener haciendo uso de un montaje modificado, el cual consiste en retirar la unión tipo loop con la que cuentan las dos conexiones entre las Troncales 1 y 11, reemplazando estas por uniones a nivel de suelo, permitiendo una distribución más equitativa del fluido entre las mencionadas Troncales. Dicho análisis se puede realizar mediante la interpretación de gráficas de presión obtenidas a partir del simulador y de los datos de caudal arrojados al final de la corrida por el simulador.

La gráfica siguiente permite dilucidar el comportamiento de la presión a través del recorrido de la Troncal, es decir, desde que comienza a recolectar fluido hasta que lo entrega a la Facilidad de Producción. Esta representa la configuración más óptima de apertura que podrían tener ambas válvulas estranguladoras con un montaje modificado. (Válvula Estranguladora 1 = 50% de apertura y Válvula Estranguladora 2 = 100% de apertura).

Figura 30. Perfil de Presión de la Troncal 1 y 11 con la configuración óptima usando el Escenario Modificado.



. **Fuente:** Simulador especializado en análisis nodal. Modificada por los autores.

Como se puede ver en la Figura 30, la diferencia entre las presiones de la Troncal 1 y las presiones de la Troncal 11 es muy leve, pero a comparación del caso actual, esta diferencia es menor. A continuación, se relacionan en las siguientes tablas las diferencias de presión que se dan entre las troncales 1 y 11 en los puntos donde se encuentran los *Chokes*.

Tabla 12. Análisis de Distribución de Presiones en el Primer *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.

Análisis del Distribución de Presiones en el Primer Choke		
Presión en la Troncal 1 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	55.0 psig	48.66%
Presión en la Troncal 11 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	58.0 psig	51.34%
	ΔP (Psig)	3.0
	Delta de Distribución	1.34%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Análisis de Distribución de Presiones en el Segundo *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.

Análisis del Distribución de Presiones en el Segundo Choke		
Presión en la Troncal 1 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	46.0 psig	48.49%
Presión en la Troncal 11 en el Punto de Distribución (Válvula <i>Choke</i>)	48.8 psig	51.51%
	ΔP (Psig)	2.8
	Delta de Distribución	1.51%

Fuente: elaboración propia.

También para esta configuración o sensibilidad de apertura se puede estudiar la distribución de caudal entre las Trocales 1 y 11 en estos mismos puntos de conexión, donde se reitera, se encuentran las válvulas estranguladoras 1 y 2. A continuación, se relacionan en las siguientes tablas las diferencias de caudal que se dan entre las Troncales 1 y 11 en los puntos donde se encuentran los *Chokes*.

Tabla 14. Análisis de Distribución de Caudal en el Primer *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.

Análisis del Distribución de Caudales en el Primer <i>Choke</i>		
Caudal que viene por la Principal (Fluido Total antes de la Válvula <i>Choke</i>)	74677.9 BFPD	100%
Caudal que migra hacia la Troncal 11	68643.16 BFPD	91.92%
Caudal que continua por la Troncal 1	6034.74 BFPD	8.08%
	Delta de Distribución	41.92%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Análisis de Distribución de Caudal en el Segundo *Choke* con la Configuración Óptima con el Escenario Modificado.

Análisis del Distribución de Caudales en el Segundo <i>Choke</i>		
Caudal que viene por la Troncal 1	84058.75 BFPD	N/A
Caudal que viene por la Troncal 11	78013.46 BFPD	N/A
Suma de los Valores Anteriores (Fluido Total antes de la Válvula <i>Choke</i>)	162072.23 BFPD	100%
Caudal que continua por la Troncal 1	84058.77 BFPD	51.86%
Caudal que migra hacia la Troncal 11	78013.46 BFPD	48.14%
	Delta de Distribución	1.86%

Fuente: elaboración propia.

Para este caso se observa una mejor distribución de caudal con respecto al caso actual y al caso actual optimizado. Lo cual permite dilucidar una mejora plausible en la distribución de caudal.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 VALIDACIÓN DE LA SIMULACIÓN

Los resultados obtenidos en la validación muestran que la simulación tiene un comportamiento de presiones muy parecidas a las reales, esto se evaluó mediante un porcentaje de error que no debe ser mayor al 5%, y ajustando la simulación a las mismas condiciones a la que operan las troncales en la realidad. Tanto para el montaje actual, como para el montaje modificado se puede ver que el comportamiento de las presiones es muy parecido a la realidad, esto se observa en las Tablas 2 y 3, en donde los porcentajes menores o iguales al 5% están resaltados en verde y en caso de no ser así presentarían un color rojo, situación que no se presenta debido a que ningún porcentaje de error supera este rango.

Por lo tanto, las simulaciones son válidas, ya que describen un comportamiento con un porcentaje de acierto del 98% con respecto a la realidad. Esto permite asegurar que, en caso de realizar modificaciones a la configuración actual, los resultados van a predecir de manera certera y confiable. El porcentaje de error promedio es de 2% y la desviación estándar que presentan los datos es un error de 1.5%, lo cual son porcentajes muy bajos que también permiten concluir que se pueden trabajar con los montajes realizados y el error que va a existir en la data arrojada por el simulador será mínimo.

Las tablas de validación muestran valores semejantes, esto debido a que solo se cambió el tipo de conexión entre las dos troncales y esto no modificó demasiado los valores obtenidos de las presiones, por lo cual se pudieron obtener nuevamente los mismos valores de presiones que se evalúan a la hora de validar las simulaciones.

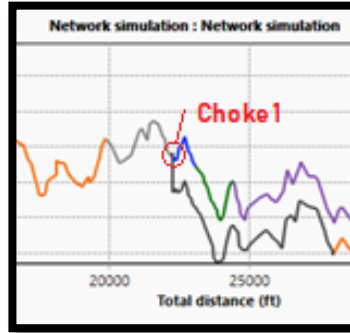
4.2 ANÁLISIS CONFIGURACIÓN CK1=20% Y CK2=20% (ESCENARIO ACTUAL)

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, iniciando por la Figura 28, más exactamente en el punto que se resalta en la Figura 31. Se observa que en el *Choke 1*, en donde se conecta la Troncal 11, hay una gran caída de presión de 8.7 psig, esto se da debido principalmente a que la velocidad con la que entra el fluido es alta, por lo cual la pérdida de presión en este accesorio se va a comportar igual y la distribución de caudal no va a ser la más óptima.

Esto se ve reflejado en el delta de distribución de caudal que en este caso es de 10.71% (para que llegue a ser de 50%-50%), por lo cual, si vamos a la Tabla 4, se puede apreciar cómo se van 45339 BFPD por la Troncal 11 y 29339 BFPD por la Troncal 1. Esta diferencia de caudal entre las dos troncales es muy grande y junto

con la caída de presión, nos permiten ver que el aprovechamiento de las Troncales no es el mejor.

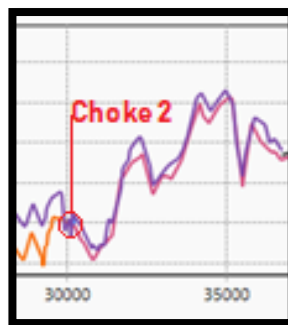
Figura 31. Zoom Gráfica 1, *Choke1*.



Fuente: elaboración propia.

La distribución de fluido mejora cuando este llega al segundo *Choke*, el cual se encuentra resaltado en la Figura 32, en donde la caída de presión es de 2.7 psig, mucho menor al primer *Choke*, esto se da debido a que el momento en que el fluido llega a este segundo *Loop*, disminuye su velocidad drásticamente, causando que la pérdida de presión en este punto sea menor y que el control de caudal de la válvula *Choke* en este punto siga siendo desigual, permitiendo que en esta ocasión se vaya mucho más caudal por la Troncal 1, el cual equivale a 92540 BFPD, y que por la Troncal 11 se vayan 69533 BFPD (ver Tabla 7). Esto indica que en el montaje actual la distribución de fluidos no es equitativa o al menos similar entre las dos troncales, por lo cual es evidente que no se está aprovechando toda la capacidad posible de las dos Troncales en conjunto.

Figura 32. Zoom Gráfica 1, *Choke2*.



Fuente: elaboración propia.

Este problema anteriormente descrito, se puede solucionar cambiando el porcentaje de apertura de la válvula por uno más óptimo o con un nuevo montaje que permita

que la pérdida de energía sea menor y la distribución de fluido sea más equitativa para que se aprovechen mejor las capacidades de las Troncales 1 y 11.

Lo primordial es encontrar la mejor distribución de presiones entre las troncales, esto debido a que la variable de presión brinda la mejor manera de representar como se está comportando el fluido dentro de la tubería, y al tener un perfil de presiones equitativo entre las troncales va hacer que se disminuya la THP de los clusters, lo cual permitiría una mayor entrada de caudal a la troncal y una menor pérdida de energía para el fluido.

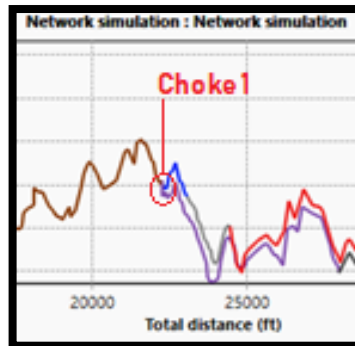
4.3 ANÁLISIS CONFIGURACIÓN CK1=25% Y CK2=25% (ESCENARIO ACTUAL)

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente se determinó que la mejor apertura de válvulas con la configuración actual es *Choke1=25%* y *Choke2=25%*, esto debido a que la Figura 29 permite ver cómo se comportan las presiones a lo largo del Sistema de Recolección en cuestión. En este caso, se puede ver como en el primer *Choke*, que se encuentra resaltado en la Figura 33, la diferencia de presión entre las dos troncales es de tan solo 1.4 psig, generando un delta de distribución de presión de 0.60% (Tabla 6), y a la vez varía muy poco esta diferencia de presiones antes de llegar al segundo *Choke*.

Esta disminución de presión se da principalmente porque al aumentar el porcentaje de apertura de la válvula, se hace que el fluido disminuya su velocidad, y por consiguiente disminuya el delta de presiones entre las Troncales, de manera que se puedan comportar de forma similar a partir de este punto en relación a sus presiones.

Esta configuración también mejora la distribución de caudal, como se puede observar en la Tabla 8, en donde el caudal que se va por la Troncal 1 es de 37841 BFPD y por la Troncal 11 de 36837 BFPD, esta diferencia de caudal toma un valor pequeño, generando un delta de distribución de caudal de 0.67%, lo cual es muy cercano a la distribución equitativa que se está buscando. En este punto los resultados tanto de presión como de caudal son satisfactorios, pues nos permiten observar una distribución de caudal mucho más óptima y equitativa en comparación a la configuración actual sin ningún cambio.

Figura 33. Zoom
Gráfica 2, *Choke1*.

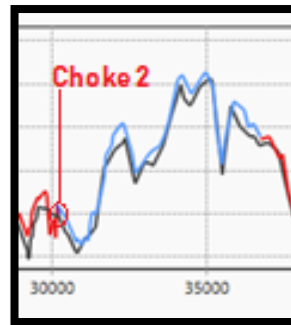


Fuente: elaboración propia.

La distribución de fluido en el segundo *Choke* que se encuentra resaltado en la Figura 29, cambia con respecto al primer *Choke*, pues presenta un delta de presión de 2.5 psig, generando un delta de distribución de presión de 1.22%, aumentando con respecto al punto anterior, pero manteniéndose en un rango aceptable para una distribución equitativa de presión, esto se puede observar en la gráfica 2, en donde el comportamiento de presión entre las dos troncales es prácticamente igual.

Un problema de este segundo *Choke* es que la distribución de caudal no es equitativa, pues teniendo en cuenta los datos plasmados en la Tabla 9, se observa que por la Troncal 1 se tiene un caudal de 93674 BFPD y por la Troncal 11 se tiene un caudal de 68398 BFPD, generando un delta de distribución de 7.80%, distanciándose un poco de una distribución equitativa; aun así, sigue siendo óptima. Una distribución equitativa en este punto es muy difícil, debido a que la troncal principal viene con un caudal mucho mayor que la troncal paralela, sin embargo, estas pasan de estar con una diferencia de caudal de 69658 BFPD antes del choque a 25276 BFPD después del choque, haciendo que la distribución de fluido sea mejor y la troncal principal no maneje grandes caudales.

Figura 34. Zoom
Gráfica 2, *Choke2*.



Fuente: elaboración propia.

Considerando el alivio de presiones, específicamente en la presión de salida de los *Clusters* que genera este cambio de apertura, se puede observar en la Tabla 16, como se benefician la mayoría de los *Clusters* en donde la presión disminuye entre 5 psig y 9 psig aproximadamente. Esta disminución de presión se debe a que la velocidad del fluido que pasa por estos puntos disminuye, permitiendo que el fluido ingrese con una mayor velocidad a la troncal sin tener que hacer mayor esfuerzo.

Si analizamos el *Cluster-92*, podemos ver que la disminución de presión en este punto es alta pues tiene un valor de 8.92 psig, que indica un alivio de presión significativo, debido a que la energía cinética de la troncal es menor en este punto, esto permite al fluido que viene de dicho *Cluster* tener una mayor energía cinética, permitiéndole ingresar con mayor facilidad a la Troncal

También se evidencia que el caudal va a poder aumentar en caso que se requiera, debido a que en este punto se podrá aumentar de nuevo la presión, para esto se requiere ingresar un mayor caudal que el actual, lo que generará un incremento en la energía potencial, pues se va a aumentar la columna de fluido. Este principio se repite en los demás *Clusters* activos de la troncal, a excepción de los *Clusters* 104, 1052, 265 y 707, en donde la presión de salida aumenta, pero no alcanza a ser un valor significativo como para alterar la entrada de caudal que se presenta actualmente en estos puntos de las Troncales.

Tabla 16. Comparación de presiones entre configuración ck1=20% y ck2=20% (montaje actual) y configuración ck1=25% y ck2=25% (Escenario actual).

NOMBRE	TIPO DE NODO	PRESIÓN DE SALIDA (PSIG) (ESCENARIO ACTUAL Ck1=20% & Ck2=20%)	PRESIÓN DE SALIDA (PSIG) (ESCENARIO ACTUAL OPTIMIZADO Ck1=25% & Ck2=25%)	DIFERENCIA DE PRESIONES (PSIG) ENTRE EL ESCENARIO ACTUAL Y EL ACTUAL OPTIMIZADO
Primer Choke	Choke	57.9	58.0	-0.1
Segundo Choke	Choke	50.0	50.0	0.0
CPF_2	Sink	50.0	50.0	0.0
CPF-2	Sink	50.0	50.0	0.0
C-104	Source	102.5	102.6	-0.1
C-1052	Source	74.7	74.8	-0.1
C-115	Source	88.9	82.9	6.1
C-17	Source	77.1	70.6	6.4
C-233	Source	77.4	71.7	5.8
C-265	Source	66.1	66.1	0.0
C-352	Source	86.1	80.3	5.8
C-403	Source	79.8	73.7	6.1
C-404	Source	91.0	84.8	6.2
C-534	Source	74.9	69.9	5.1
C-707	Source	97.0	97.1	-0.1
C-735	Source	92.0	86.8	5.2
C-738	Source	93.8	87.8	6.1
C-84	Source	86.2	80.3	5.9
C-92	Source	73.1	64.1	8.9

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis del aumento de caudal que podría generar la implementación de este escenario, se regularon las presiones de salida de cada cluster e este escenario a las presiones que se encuentran actualmente obteniendo la Tabla 17, que representa el aumento de caudal del escenario actual optimizado respecto al caudal que se tiene actualmente. Dando como resultado un aumento de caudal de 57188 BFPD. El cual representa un aumento de barriles de petróleo aproximado de 1870 BOPD. Los valores de caudal se obtuvieron de una nueva simulación. (**Anexo E**)

Tabla 17. Aumento de Caudal Escenario Actual Optimizado.

	MONTAJE ACTUAL (CONFIGURACIÓN 20% -20%)		MONTAJE ACTUAL OPTIMIZADO (CONFIGURACIÓN 25% -25%)	
	Presion (psig)	Caudal (BFPD)	Presion (psig)	Caudal (BFPD)
CPF 2	50.0	240836	50.0	257200
CPF-2	50.0	69533	50.0	81714
C-104	102.5	46747	102.5	46802
C-1052	74.7	9370	74.7	11437
C-115	89.2	1689	89.2	3194
C-17	77.0	26894	77.0	27570
C-233	77.4	21221	77.4	20459
C-265	66.1	63305	66.1	63532
C-352	86.0	14404	86.0	14618
C-403	80.0	7211	80.0	7758
C-404	91.2	6024	91.2	6168
C-534	76.5	1526	76.5	7093
C-707	97.0	38244	97.0	38305
C-735	92.2	3945	92.2	13355
C-738	94.1	1457	94.1	3516
C-84	86.4	17201	86.4	21996
C-92	73.0	51130	73.0	53207
	sumatoria	620736	sumatoria	677925

Fuente: elaboración propia.

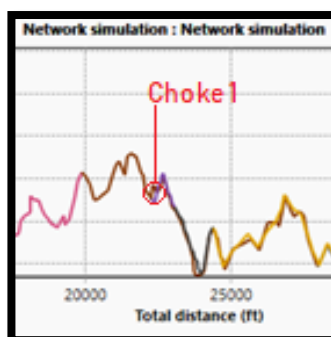
4.4 ANÁLISIS CONFIGURACIÓN CK1=50% Y CK2=100% (ESCENARIO MODIFICADO)

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente se determinó que la mejor apertura de válvulas con la configuración actual es *Choke1=50%* y *Choke2=100%*, esto se basa mediante la observación del gráfico 3, que permite ver cómo se comportan las presiones a lo largo del Sistema de Recolección en cuestión.

En este caso se puede ver como en el primer *Choke* que encuentra resaltado en la Figura 35, la diferencia de presión entre las troncales es de tan solo 3.0 psig generando un delta de distribución de 1.34% (Tabla 10), si se continua el recorrido de las presiones en el gráfico se puede ver como hay instantes en los que se obtienen valores prácticamente iguales y la diferencia de presiones varias muy poco antes de llegar al segundo *Choke*, esto se da debido a que la conexión en tierra con un ángulo de 30° hace que las pérdidas menores debido a un accesorio disminuyan, y que el fluido pierda menos energía cuando se distribuye entre las dos troncales.

Otro factor que interviene es el porcentaje de apertura de la válvula, que como pasa en el caso anterior hace que el fluido disminuya su velocidad y por consiguiente disminuya el delta de presiones entre las Troncales y se puedan comportar de manera similar a partir de este punto en relación a sus presiones.

Figura 35. Zoom
Gráfica 3, *Choke1*.



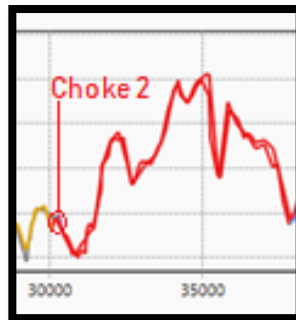
Fuente: elaboración propia.

Esta configuración del primer *Choke* permite distribuir de una manera totalmente desigual los caudales de las troncales, tal como se puede apreciar en la Tabla 12, en donde el caudal que fluye por la Troncal 1 es equivalente a 6035 BFPD y el caudal que fluye por la Troncal 11 de 68643 BFPD; esta diferencia de caudal tan grande genera un delta de distribución de caudal de 41.92%, lo cual se aleja mucho de una distribución equitativa, pero al viajar una mayor cantidad de fluido por la troncal paralela 11, se logrará que a la troncal principal 1 se le pueda aumentar el caudal proveniente de los *Clusters* o se conecten nuevos proyectos a esta troncal, ya que esta configuración ayudaría a que se disminuya de manera significativa las presiones en los puntos de entrada de fluido.

La distribución de fluido en el segundo *Choke* que se encuentra resaltado en la Figura 36, cambia con respecto al primer *Choke*, pues presenta un delta de presión de 2.8 psig, generando un delta de distribución de 1.51%, aumentando con respecto al punto anterior, pero manteniéndose en un rango aceptable para una distribución equitativa, esto se puede observar mediante el seguimiento del recorrido del perfil de presiones de la Figura 30. A partir del segundo *Choke*, en donde se puede observar que a partir de este punto y hasta el final las troncales toman valores de presión similares y se comportan de la misma manera.

En este punto, la distribución de caudal es mucho mejor, pues si se observa la Tabla 13, se puede dilucidar que por la Troncal 1. Se fluye un caudal equivalente a 84059 BFPD y por la Troncal 11 fluye un caudal equivalente a 78014 BFPD, generando un delta de distribución de caudal de 1.86%, que se acerca mucho más a una distribución equitativa de caudal, permitiendo que se puedan incrementar los caudales de entrada del fluido tanto a la troncal principal como a la troncal paralela. En este punto, la pérdida de energía y de presión también es mínima debido al cambio de conexión, y la apertura de la válvula al 100% va a permitir que el fluido pase sin restricción alguna, manteniendo sus propiedades con las que viene antes de llegar a este punto.

Figura 36. Zoom
Gráfica 3, *Choke2*.



Fuente: elaboración propia.

Considerando el alivio de las presiones de salida en los *Clusters* que genera el cambio de conexión y el porcentaje de apertura de la válvula, se puede observar en la Tabla 18, como se benefician la mayoría de los *Clusters* donde la presión disminuye entre 2 psig y 10 psig aproximadamente. Esta disminución de presión se debe a que la velocidad y la columna de fluido disminuyen en estos puntos, permitiendo que el fluido tener una mayor velocidad y una mayor columna de fluido para ingresar a la troncal con mayor facilidad.

Si se vuelve a analizar el *Cluster-92*, con esta nueva modificación podemos ver que la disminución de presión en este punto llega ser mayor que antes pues tiene un valor de 10.63 psig, lo cual indica un alivio de presión significativo, debido a que la energía cinética y potencial del fluido en este punto es menor, esto permite que el fluido proveniente del *Cluster*, al tener una mayor energía cinética, ingresará con mayor facilidad a la troncal principal, y el caudal podrá aumentar, debido a que en este punto la fuerza ejercida por el fluido de salida es menor.

Este principio ocurre en los demás *Clusters* activos que se conectan a las dos troncales, a excepción del *Cluster-1052*, que es el cluster que se conecta a la troncal paralela; la disminución de presión en este caso es de solo 0.1483 psig, lo cual no es un cambio significativo, además, la función principal de la troncal paralela es aliviar las presiones de la troncal principal, y esto se ve reflejado en los valores de presión de salida de los clusters que conectan a esta troncal, pues disminuyen de manera significativa.

Tabla 18. Comparación de presiones entre configuración ck1=20% y ck2=20% (montaje actual) y configuración ck1=50% y ck2=100% (Escenario modificado).

NOMBRE	TIPO DE NODO	PRESIÓN DE SALIDA (PSIG) (ESCENARIO ACTUAL Ck1=20% & Ck2=20%)	PRESIÓN DE SALIDA (PSIG) (ESCENARIO PROPUESTO OPTIMIZADO Ck1=50% & Ck2=100%)	DIFERENCIA DE PRESIONES (PSIG) ENTRE EL ESCENARIO ACTUAL Y EL PROPUESTO OPTIMIZADO
Primer Choke	Choke	57.9	58.0	-0.1
Segundo Choke	Choke	50.0	49.6	0.5
CPF_2	Sink	50.0	50.0	0.0
CPF-2	Sink	50.0	50.0	0.0
C-104	Source	102.5	100.2	2.3
C-1052	Source	74.7	74.6	0.1
C-115	Source	88.9	80.3	8.6
C-17	Source	77.1	67.3	9.7
C-233	Source	77.4	68.1	9.3
C-265	Source	66.1	63.7	2.4
C-352	Source	86.1	76.5	9.5
C-403	Source	79.8	71.2	8.6
C-404	Source	91.0	82.0	9.0
C-534	Source	74.9	67.8	7.1
C-707	Source	97.0	94.7	2.3
C-735	Source	92.0	85.0	7.0
C-738	Source	93.8	85.2	8.6
C-84	Source	86.2	77.8	8.4
C-92	Source	73.1	62.4	10.6

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis del aumento de caudal que podría generar la implementación de este escenario, se regularon las presiones de salida de cada cluster de este escenario a las presiones que se encuentran actualmente obteniendo la Tabla 19, que representa el aumento de caudal del escenario propuesto respecto al caudal que se tiene actualmente. Dando como resultado un aumento de caudal de 196645 BFPD. El cual representa un aumento de barriles de petróleo aproximado de 6430 BOPD. Los valores de caudal se obtuvieron de una nueva simulación. (**Anexo E**)

Tabla 19. Aumento de Caudal Escenario Propuesto Optimizado.

	MONTAJE ACTUAL (CONFIGURACIÓN 20% -20%)		MONTAJE MODIFICADO (CONFIGURACIÓN 50% -100%)	
	Presion (psig)	Caudal (BFPD)	Presion (psig)	Caudal (BFPD)
CPF 2	50.0	240836	50.0	279123
CPF-2	50.0	69533	50.0	129486
C-104	102.5	46747	102.5	46793
C-1052	74.7	9370	74.7	8444
C-115	89.2	1689	89.2	7117
C-17	77.0	26894	77.0	32745
C-233	77.4	21221	77.4	27285
C-265	66.1	63305	66.1	63515
C-352	86.0	14404	86.0	17861
C-403	80.0	7211	80.0	15870
C-404	91.2	6024	91.2	8981
C-534	76.5	1526	76.5	11507
C-707	97.0	38244	97.0	38343
C-735	92.2	3945	92.2	17467
C-738	94.1	1457	94.1	8681
C-84	86.4	17201	86.4	39477
C-92	73.0	51130	73.0	64687
	sumatoria	620736	sumatoria	817382

Fuente: elaboración propia.

Comparando los mejores casos obtenidos tanto para el modelo actual como para el modelo modificado, se puede ver que ambos casos optimizan de manera muy buena la distribución de fluido y disminuyen la presión en los *Clusters*, permitiendo que se pueda aumentar el caudal de entrada en un futuro.

Partiendo del punto de vista en donde la finalidad es obtener una distribución de fluido equitativa entre las troncales, la mejor opción a implementar sería el montaje actual (configuración ck1=25% y ck2=25%) en donde presenta un delta de distribución de presión de 0.60% para el primer *Choke* y 1.22% para el segundo *Choke*, y un delta de distribución de caudal de 0.67 y 7.80% respectivamente. Comparando estos datos con el montaje modificado (configuración ck1=50% y ck2=100%) en donde se presenta un delta de distribución de presión de 1.34% para el primer *Choke* y 1.51% para el segundo *Choke* y un delta de distribución de caudal de 41.92% y 1.86% respectivamente.

Si se comparan estos valores entre los dos montajes, se puede ver como el montaje actual presenta una distribución más cercana al 50% por cada troncal, permitiendo que se optimice mucho mejor la distribución de fluido de este montaje.

Los beneficios del montaje modificado es que la entrada de caudal proveniente de los clusters en un futuro puede ser mucho mayor, pues este montaje reduce mucho más las presiones en los *Clusters* y como se explicaba anteriormente, al reducir estas presiones, el fluido proveniente de los *Clusters* va a perder menos energía y no va a tener que ejercer un mayor esfuerzo para entrar a la troncal. Por lo cual, la implementación de cualquiera de los dos montajes va a traer beneficios para la empresa. Los valores de caudal se obtuvieron de una nueva simulación. (Anexo E)

Se sugiere implementar el cambio de porcentaje de apertura de válvulas del caso actual, debido a que su implementación es más sencilla y no va a requerir de una gran inversión, como lo requeriría la implementación del cambio de conexión, pues esto significaría la inversión en nueva tubería y tiempo de planificación en donde la producción se va a detener para la implementación de esta configuración.

5. CONCLUSIONES

- El escenario actual optimizado (Escenario 2 - Ck1=25% y Ck2=25%) permite una distribución más equitativa de las presiones en cada troncal (Troncal 1:51% y Troncal 11:49%), evidenciando una mejora respecto a las condiciones actuales presentes (Troncal 1:53% y Troncal 11:47%). Indicando una disminución en el diferencial de presiones entre ambas Troncales.
- El Escenario 2 (Ck1=25% y Ck2=25%) permite una mejor distribución de caudales de (51%-49%), la cual evidencia una mejora con respecto al escenario actual sin optimizar (39%-61%). Presentando una distribución más equitativa del fluido.
- Por otro lado, el escenario actual optimizado (Ck1=25% y Ck2=25%) permite el alivio de las TPH (tubing head pressure) en 11 de los 15 *Clusters* que están activos actualmente. Permitiendo un incremento a futuro de caudal de 57188BFPD.
- El escenario propuesto optimizado (Escenario 3- Ck1=50% y Ck2=100%) permite una distribución más equitativa de las presiones en cada troncal (Troncal 1:49% y Troncal 11:51%), evidenciando una mejora respecto a las condiciones actuales presentes (Troncal 1:53% y Troncal 11:47%). Indicando una disminución en el diferencial de presiones entre ambas Troncales
- El escenario 3 (Ck1=50% y Ck2=100%) permite una mejor distribución y de caudales de (Troncal 1:52% y Troncal 2:48%), lo cual evidencia una mejora plausible con respecto al caso actual sin optimizar (Troncal 1:57% y Troncal 11:43%) y al caso actual optimizado (Troncal 1:58% y Troncal 11:42%) esto a partir del segundo *Choke*. Lo cual permite que se puedan conectar nuevos clusters a las Troncales.
- Por otro lado, el escenario propuesto optimizado (Ck1=25% y Ck2=25%) permite el alivio de las TPH (tubing head pressure) en 14 de los 15 *Clusters* que están activos actualmente. Permitiendo un incremento a futuro de caudal de 196645 BFPD.
- Debido al alivio encontrado en los Clusters del escenario 2 y del escenario 3, se obtiene facilidad para que los fluidos transportados migren más fácilmente hacia las troncales, permitiendo un mayor control de los caudales del fluido por cada troncal. Lo cual permite que el fluido entre con facilidad a la Troncal y se pueda aumentar el caudal de estos en un futuro.

6. RECOMENDACIONES

- Monitorear el incremento de los fluidos en el tiempo para evitar el congestionamiento de las troncales y el aumento de las presiones en las mismas.
- Realizar una investigación similar para Troncales 4 y 9 y 5 y 12 de Campo Rubiales, para evaluar el comportamiento actual de los fluidos e implementar alternativas que aumenten la producción de los pozos existentes.
- Llevar a cabo el cambio de apertura de las válvulas al recomendado en el trabajo para reducir considerablemente la diferencia de presiones entre las troncales con la configuración actual con que se cuenta actualmente en el Campo, de tal manera que el caudal se distribuya mejor entre las dos troncales.
- Se recomienda realizar el estudio financiero de la implementación del modelo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. (s.f). Cuenca Llanos Orientales. Estudio Integrado- Crudos pesados.

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS. (2010). Open Round Colombia Llanos Orientales.

BÁNZER, Carlos, Correlaciones Numéricas P.V.T. Maracaibo, Venezuela. INPELUZ.1996.

CENGEL, Yunus A. Mecánica de fluidos. 1ra Edición, México: McGraw-Hill Interamericana, 2006. ISBN 970-10-5612-4.

CLAVIJO GUTIÉRREZ, Valery Tatiana. MURILLO PARRA, Angie Carolina. Modelamiento y Análisis del Manejo de Fluidos del Sistema de Recolección de la Troncal 4 de Campo Rubiales. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Departamento de Ingeniería de Petróleos. 2017.

GARZÓN FORERO, Natalia. Análisis Técnico-Financiero de las Estrategias de Mejoramiento para el Manejo de Fluidos y Disminución de la Presión de Flujo en los Pozos y Clúster Asociados a la Troncal-5 de Campo Rubiales. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Departamento de Ingeniería de Petróleos. 2013.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogota D.C.: El instituto, 2018 ISBN 9789588585673 153p.

JIMÉNEZ, José. ORTIZ, Arturo. Manual de Apuntes de la Experiencia Educativa de Tuberías y Canales. 1ra Edición, México: Creative Commons. 2000.

MODISETTE. Jason P. Physics of Pipeline Flow. Solutions International, Inc. PSIG 0302. 2003.

MORA OTERO, Erika Paola. RIVERA MERCHÁN, Shirley Paola. Análisis de Escenarios de Producción de los Fluidos de la Troncal Cinco del Campo Rubiales. Fundación Universidad de América. Facultad de Ingenierías. Departamento de Ingeniería de Petróleos. 2015.

PARDO, Luis Emilio. Flujo en tuberías, Quibdó, Colombia: Universidad Tecnológica del Chocó.2000.

SCHLUMBERGER. PIPESIM production system analysis software. Web Link Reference Manual. (2017).

SCHLUMBERGER. Schlumberger Oilfield Glossary: The Oilfield Glossary. Web
Link: <https://www.glossary.oilfield.slb.com>.

ANEXOS

ANEXO A

FACTOR DE FRICCIÓN DE FANNING POR CHEN

Ecuación 1. Factor de fricción de Fanning por Chen.

$$f' = \left[-2 \log \left(\frac{\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)}{3.7065} - \frac{5.0452}{Re} \log \left(\frac{\left(\frac{\varepsilon}{D}\right)^{1.1098}}{2.8257} + 5.08506(Re)^{-0.8981} \right) \right) \right]^{-2}$$

Fuente: ISAÍAS, Alejandro. CAUICH, Guillermo (2014). Evaluación de ecuaciones de factor de fricción explícito para tuberías. Fundación Universidad Nacional Autónoma de México, p.130. Disponible: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v25n2/v25n2a7.pdf>.

Donde:

ε : Rugosidad (mm)

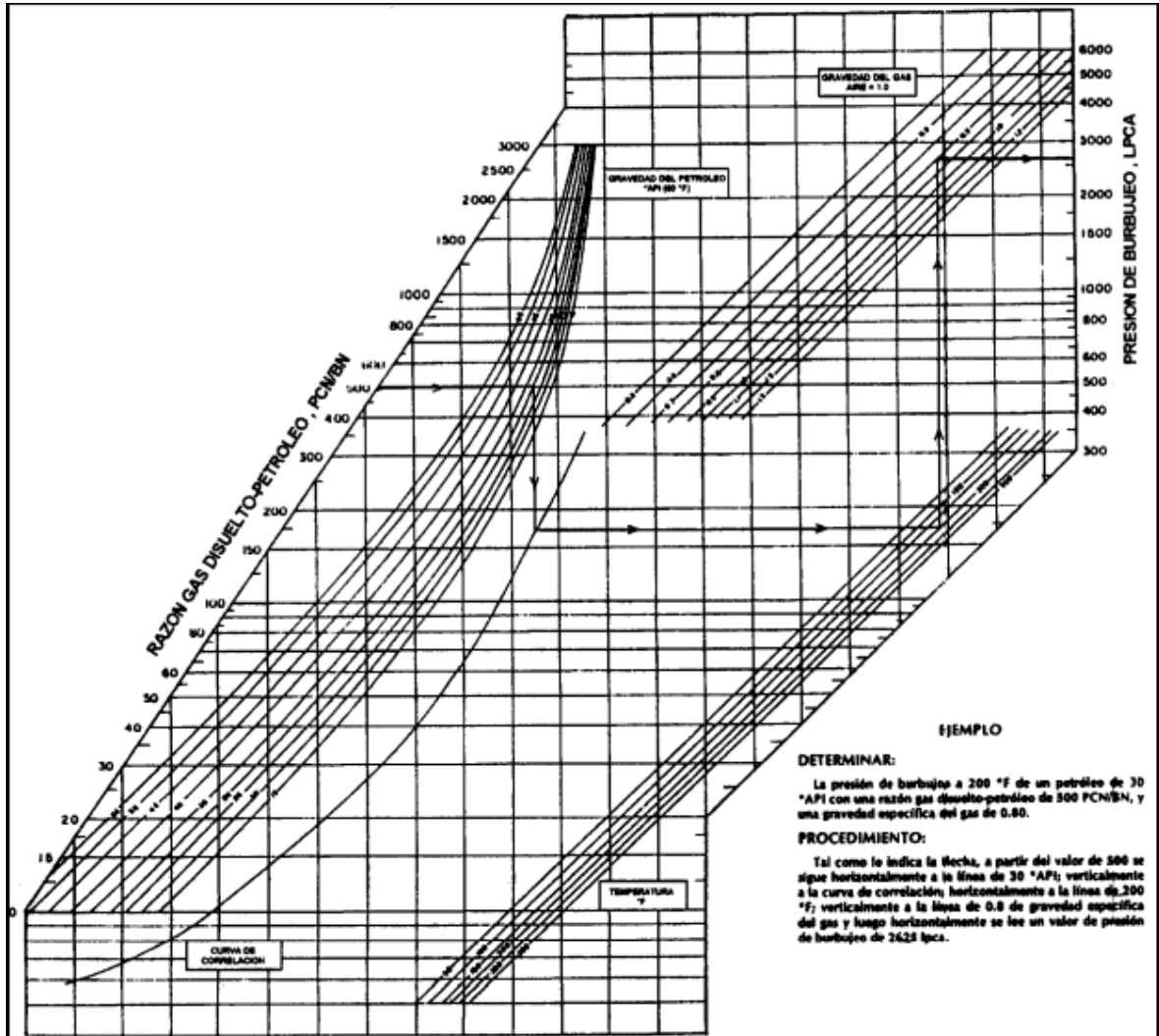
D: Diámetro tubería (m)

Re: Número de Reynolds (adimensional).

ANEXO B

GRÁFICO CORRELACION LASATER, J.A.

Gráfico 1. Factor de fricción de Fanning por Chen.



Fuente: BÁNZER, Carlos (1996). Correlaciones Numéricas P.V.T, p.53.

ANEXO C

DATOS DE PRODUCCIÓN 29 DE MARZO DE 2019

Tabla 1. Datos de producción 29 de Marzo de 2019

CLUSTER	TRONCAL	BFPD (STB/d)	BOPD (STB/d)	BWPD (STB/d)	Promedio de BS&W (STB/d)	Promedio de THP (psig)
CLUSTER 104	TRONCAL 1	46747.24	1350.17	45396.07	97.20	102.67
CLUSTER 1052	TRONCAL 11	9370.28	420.54	8949.74	93.03	72.50
CLUSTER 115	TRONCAL 1	1689.28	32.81	1656.47	98.06	88.00
CLUSTER 17	TRONCAL 1	26894.42	718.80	26176.62	97.31	77.67
CLUSTER 233	TRONCAL 1	21220.56	546.98	20673.58	97.32	74.25
CLUSTER 265	TRONCAL 1	63305.23	2536.08	60769.15	90.75	65.30
CLUSTER 352	TRONCAL 1	14403.94	348.62	14056.32	97.61	89.00
CLUSTER 403	TRONCAL 1	7211.00	36.00	7175.00	99.50	80.00
CLUSTER 404	TRONCAL 1	6024.00	137.00	5887.00	97.73	96.00
CLUSTER 534	TRONCAL 1	1525.97	52.33	1473.64	96.57	79.00
CLUSTER 707	TRONCAL 1	38243.62	1175.25	37068.37	96.91	95.50
CLUSTER 735	TRONCAL 1	3944.84	164.38	3780.46	95.83	90.00
CLUSTER 738	TRONCAL 1	1456.83	13.36	1443.47	99.08	92.00
CLUSTER 84	TRONCAL 1	17201.31	567.63	16633.68	96.92	87.33
CLUSTER 92	TRONCAL 1	51129.86	1567.65	49562.21	97.19	73.33
Total		310368.38	9667.60	300701.78	96.73	84.17
MANIFOLD EXTERNO CPF2	-	-	-	-	-	50.00
MANIFOLD EXTERNO CPF-2	-	-	-	-	-	50.00

Fuente: ECOPETROL S.A.

ANEXO D

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES SIMULACIONES.

Tabla 2. CONFIGURACION CK1=20% Y CK2=20% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.93103	141.4295	45339.33	1140.548	44198.78	0.007983842	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	50.04278	143.4117	14822.98	400.1442	14422.84	0.002801012	7	97.30051
O2	Junction	39.35287	141.0765	54709.63	1793.658	52915.97	0.01255561	7	96.72149
O3	Junction	49.21138	141.3401	69532.61	2193.802	67338.81	0.01535663	7	96.84493
P2	Junction	81.56133	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	85.85485	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	76.91698	137.7996	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	75.89651	140.7746	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	72.33431	140.2927	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	73.48172	140.0367	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	71.67905	141.3136	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	67.36582	141.4021	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	66.61742	141.399	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	52.11221	143.9206	240835.6	10844.46	229991.1	0.07591128	7	95.49715
U2	Junction	64.58467	142.8738	56232.57	1461.484	54771.09	0.0102304	7	97.401
U3	Junction	59.88365	143.785	107362.6	2898.237	104464.3	0.02028768	7	97.30051
U4	Junction	51.9533	143.4143	107362.6	2898.237	104464.3	0.02028768	7	97.30051
U5	Junction	66.84242	143.5445	139286.6	3807.009	135479.6	0.02664908	7	97.26678
U6	Junction	49.78898	143.7789	177530.6	4988.749	172541.8	0.03492126	7	97.18992

X1	Junction	77.59418	140.2258	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	78.79259	141.4727	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	75.7202	143.6857	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	91.65798	141.7915	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	90.02975	141.5554	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	86.21056	142.6817	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.8702	240835.6	10844.46	229991.1	0.07591128	7	95.49715
CPF-2	Sink	50.00005	139.7786	69532.61	2193.802	67338.81	0.01535663	7	96.84493
C-104	Source	102.5149	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.70359	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	88.91691	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	77.06991	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	77.44731	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	66.06091	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	86.09038	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	79.81178	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	91.00018	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	74.93672	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	96.98829	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	92.03932	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	93.83722	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	86.1602	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	73.06694	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 3. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=25% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.00219	141.4105	36837.13	926.6682	35910.46	0.006486682	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	50.0284	143.2459	22190.89	596.0452	21594.84	0.004172319	7	97.31401
O2	Junction	39.42419	140.9974	46207.43	1579.778	44627.65	0.01105845	7	96.58112
O3	Junction	49.19732	141.49	68398.32	2175.823	66222.49	0.01523077	7	96.81889
P2	Junction	75.49741	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	79.79017	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	70.85301	137.8002	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	69.83263	140.7751	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	66.11919	140.2936	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	67.08805	140.0382	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	65.16747	141.3156	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	60.16116	141.4062	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	59.41325	141.4032	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	52.12027	143.8533	241969.9	10862.44	231107.4	0.07603713	7	95.51083
U2	Junction	56.99715	142.6847	64734.77	1675.364	63059.41	0.01172756	7	97.41196
U3	Junction	50.18245	143.6172	115864.8	3112.117	112752.7	0.02178484	7	97.31401
U4	Junction	51.65936	143.2474	115864.8	3112.117	112752.7	0.02178484	7	97.31401
U5	Junction	66.94437	143.432	140420.9	3824.988	136595.9	0.02677493	7	97.27605
U6	Junction	49.8862	143.689	178664.9	5006.728	173658.2	0.03504712	7	97.1977
X1	Junction	71.89822	140.2277	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	72.58122	141.4733	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	69.02509	143.6885	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61

Z2	Junction	85.45022	141.7945	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	83.81197	141.5584	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	80.14348	142.6825	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.8032	241969.9	10862.44	231107.4	0.07603713	7	95.51083
CPF-2	Sink	50.00005	139.8996	68398.32	2175.823	66222.49	0.01523077	7	96.81889
C-104	Source	102.614	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.77462	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	82.8512	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	70.63968	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	71.66389	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	66.06886	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	80.30245	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	73.74541	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	84.7886	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	69.86103	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	97.07958	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	86.80589	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	87.77165	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	80.26874	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	64.13797	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 4. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=50% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	56.9862	141.4272	69485.23	1747.958	67737.27	0.01223571	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	48.99743	140.9734	44163.15	1344.722	42818.43	0.009413057	7	96.95511
O2	Junction	38.40765	141.1816	78855.53	2401.068	76454.46	0.01680749	7	96.95511
O3	Junction	48.16646	140.975	78855.53	2401.068	76454.46	0.01680749	7	96.95511
P2	Junction	79.07585	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	83.36932	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	74.43152	137.7998	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	73.41111	140.7748	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	69.84599	140.2929	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	71.28131	140.0361	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	70.17408	141.312	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	65.56728	141.4015	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	64.81899	141.3985	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68092	143.6398	275675.8	11981.92	263693.9	0.08387348	7	95.65362
U2	Junction	62.787	143.9863	32086.67	854.0746	31232.6	0.005978526	7	97.33823
U3	Junction	58.08763	144.4776	83216.67	2290.828	80925.85	0.0160358	7	97.24715
U4	Junction	49.6574	142.9437	127379.8	3635.549	123744.3	0.02544886	7	97.1459
U5	Junction	64.40852	143.1776	174126.8	4944.465	169182.4	0.03461128	7	97.16042
U6	Junction	47.36148	143.4398	212370.8	6126.205	206244.6	0.04288346	7	97.11533
X1	Junction	75.02189	140.2266	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	76.30415	141.4728	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	73.80805	143.6864	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	89.13249	141.7927	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	87.49344	141.5566	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	83.72437	142.682	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5894	275675.8	11981.92	263693.9	0.08387348	7	95.65362
CPF-2	Sink	50.00005	137.8843	34692.37	1056.346	33636.03	0.007394429	7	96.95511
C-104	Source	100.2196	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.76223	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	86.43073	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	75.52976	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	76.10193	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.6647	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	84.39789	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	77.32586	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	88.51166	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	72.63546	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.71299	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	89.89866	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	91.35109	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	83.74276	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	71.40055	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 5. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=75% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.03047	141.4299	74012.36	1861.842	72150.52	0.0130329	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.01085	141.0006	50598.66	1526.135	49072.52	0.01068295	7	96.98384
O2	Junction	38.45107	141.1973	83382.66	2514.952	80867.71	0.01760467	7	96.98384
O3	Junction	48.21224	141.0019	83382.66	2514.952	80867.71	0.01760467	7	96.98384
P2	Junction	80.05988	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	84.38531	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	75.44785	137.7997	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	74.42748	140.7747	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	70.88754	140.2928	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	72.20047	140.0364	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	70.95115	141.3123	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	66.34148	141.4019	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	65.59313	141.3989	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68078	143.6202	277584.2	12049.45	265534.8	0.08434618	7	95.65917
U2	Junction	63.5603	144.4215	27559.54	740.1909	26819.35	0.00518134	7	97.31421
U3	Junction	58.86264	144.6577	78689.54	2176.944	76512.6	0.01523862	7	97.2335
U4	Junction	49.79987	142.9114	129288.2	3703.079	125585.1	0.02592157	7	97.1358
U5	Junction	64.40892	143.1519	176035.2	5011.995	171023.2	0.03508399	7	97.15285
U6	Junction	47.3606	143.4163	214279.2	6193.734	208085.5	0.04335617	7	97.1095
X1	Junction	76.62742	140.2261	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	77.34781	141.473	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	74.81619	143.686	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	90.20869	141.7922	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	88.55449	141.5561	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	84.74078	142.6819	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5701	277584.2	12049.45	265534.8	0.08434618	7	95.65917
CPF-2	Sink	50.00005	137.7344	32784	988.8168	31795.18	0.006921722	7	96.98384
C-104	Source	100.22	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.80548	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	87.41504	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	76.19109	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	76.79599	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66457	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	85.2854	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	78.34216	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	89.55534	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	74.07015	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.71217	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	90.809	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	92.33538	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	84.73091	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	72.11895	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 6. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=100% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.24017	141.2093	562.7979	14.15764	548.6403	9.91E-05	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.26895	142.8059	37989.35	1004.955	36984.4	0.007034692	7	97.35464
O2	Junction	38.63179	140.8858	9933.098	667.2676	9265.83	0.004670876	7	93.28238
O3	Junction	48.4139	142.0764	47922.45	1672.223	46250.23	0.01170557	7	96.51056
P2	Junction	72.49097	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.78311	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.84827	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.82808	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.05624	140.2942	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.77318	140.0396	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.36639	141.318	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.09601	141.4093	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.34843	141.4063	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
11	Junction	49.67986	143.616	262445.8	11366.04	251079.7	0.07956234	7	95.66918
U2	Junction	53.32257	142.2266	101009.1	2587.875	98421.23	0.01811514	7	97.43798
U3	Junction	48.63517	143.0881	152139.1	4024.628	148114.5	0.02817241	7	97.35464
U4	Junction	50.10213	142.8082	152139.1	4024.628	148114.5	0.02817241	7	97.35464
U5	Junction	64.36967	143.1014	160896.8	4328.589	156568.2	0.03030014	7	97.30971
U6	Junction	47.31756	143.3955	199140.8	5510.328	193630.4	0.03857232	7	97.23295
X1	Junction	69.15938	140.2287	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.49847	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.19609	143.6905	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.865	141.7958	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.22653	141.5597	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.13845	142.6834	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.563	262445.8	11366.04	251079.7	0.07956234	7	95.66918
CPF-2	Sink	50.00005	139.7917	47922.45	1672.223	46250.23	0.01170557	7	96.51056
C-104	Source	100.1842	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.98545	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.84377	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.59839	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.33733	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66366	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.12423	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.74076	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.70575	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.4481	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.6719	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.656	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.76431	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.35856	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.73216	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 7. TABLA CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=25% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.45296	141.403	21436.31	539.2479	20897.06	3.77E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.35418	142.9811	1750.681	46.67313	1704.008	0.000326712	7	97.334
O2	Junction	38.87576	140.7911	30806.61	1192.358	29614.25	0.00834651	7	96.12954
O3	Junction	48.52174	140.4079	32557.29	1239.031	31318.26	0.008673222	7	96.19431
P2	Junction	73.70754	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.9996	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	69.0646	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	68.04439	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	64.10705	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	64.65346	140.0406	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.77127	141.3195	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.2696	141.4113	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.52201	141.4082	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68368	143.6757	277810.9	11799.23	266011.7	0.08259468	7	95.75278
U2	Junction	53.49173	142.4417	80135.59	2062.785	78072.81	0.0144395	7	97.42588
U3	Junction	48.79521	143.3564	131265.6	3499.538	127766.1	0.02449678	7	97.334
U4	Junction	50.26471	143.0309	131265.6	3499.538	127766.1	0.02449678	7	97.334
U5	Junction	64.42213	143.2399	176261.9	4761.781	171500.1	0.03333249	7	97.29846
U6	Junction	47.36747	143.4882	214505.9	5943.52	208562.4	0.04160467	7	97.2292
X1	Junction	70.60307	140.2281	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	70.78079	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	65.63163	143.6903	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61

Z2	Junction	84.13774	141.7952	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.49841	141.5591	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	78.35527	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.6257	277810.9	11799.23	266011.7	0.08259468	7	95.75278
CPF-2	Sink	50.00005	137.1291	32557.29	1239.031	31318.26	0.008673222	7	96.19431
C-104	Source	100.2321	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.22841	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	81.06075	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.73724	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.68975	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66742	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.48293	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.95742	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.98811	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	68.7176	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.7186	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.71212	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.98125	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	78.53589	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.8773	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 8. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=50% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.29005	141.3151	1238.926	31.16621	1207.76	2.18E-04	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.21776	142.8093	19516.64	516.3987	19000.25	0.003614793	7	97.35406
O2	Junction	38.65586	140.2677	10609.23	684.2761	9924.95	0.004789936	7	93.55018
O3	Junction	48.38608	141.3901	30125.87	1200.675	28925.2	0.008404729	7	96.01447
P2	Junction	71.94049	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.23253	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.29815	137.8011	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.27809	140.7757	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.32718	140.2947	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.04217	140.0401	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.49292	141.3187	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.09558	141.4078	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.34799	141.4048	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67713	143.5675	280242.3	11837.59	268404.7	0.08286318	7	95.77595
U2	Junction	53.31778	142.231	100333	2570.866	97762.11	0.01799608	7	97.43767
U3	Junction	48.6206	143.0949	151463	4007.619	147455.4	0.02805335	7	97.35406
U4	Junction	50.09458	142.8137	151463	4007.619	147455.4	0.02805335	7	97.35406
U5	Junction	64.39905	143.0771	178693.3	4800.137	173893.2	0.03360098	7	97.31376
U6	Junction	47.3493	143.3513	216937.3	5981.876	210955.5	0.04187316	7	97.24258
X1	Junction	68.3844	140.229	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	68.77102	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.24474	143.6905	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.51238	141.796	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.87377	141.5599	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.58734	142.6837	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5179	280242.3	11837.59	268404.7	0.08286318	7	95.77595
CPF-2	Sink	50.00005	137.8052	30125.87	1200.675	28925.2	0.008404729	7	96.01447
C-104	Source	100.2109	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.00942	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.2931	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.59446	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.57866	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66097	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.16425	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.18973	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	80.97826	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	66.76891	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.7016	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.3642	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.21366	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.82655	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.71895	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 9. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=75% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.83842	141.3384	1702.131	42.81849	1659.312	3.00E-04	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.83657	142.8041	6642.196	175.7751	6466.421	0.001230426	7	97.35366
O2	Junction	39.2168	140.1454	11072.43	695.9284	10376.5	0.004871502	7	93.71476
O3	Junction	48.94527	140.2389	17714.63	871.7035	16842.92	0.006101928	7	95.07919
P2	Junction	71.82187	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.11475	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.17943	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.15908	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.33492	140.2943	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.63684	140.0379	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.67801	141.3159	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.67498	141.4066	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.92735	141.4036	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67823	143.5383	292653.6	12166.56	280487	0.08516598	7	95.84268
U2	Junction	53.89697	142.2339	99869.77	2559.214	97310.56	0.01791451	7	97.43745
U3	Junction	49.1996	143.0994	150999.8	3995.967	147003.8	0.02797179	7	97.35366
U4	Junction	50.6692	142.8173	150999.8	3995.967	147003.8	0.02797179	7	97.35366
U5	Junction	64.39476	143.0646	191104.6	5129.108	185975.5	0.03590378	7	97.31607
U6	Junction	47.33337	143.326	229348.6	6310.848	223037.7	0.04417596	7	97.24836
X1	Junction	67.88556	140.2291	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	68.78683	141.4734	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.12102	143.6905	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	81.92998	141.7963	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.29281	141.5602	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.46807	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.4909	292653.6	12166.56	280487	0.08516598	7	95.84268
CPF-2	Sink	50.00005	134.2922	17714.63	871.7035	16842.92	0.006101928	7	95.07919
C-104	Source	100.207	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.56807	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.17445	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	68.07032	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.60852	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66206	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.06248	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.07047	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	80.99408	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	66.33259	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.6867	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	83.88302	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.09501	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.71147	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.24432	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 10. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=100% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (PSIG)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	56.60454	141.4059	50963.72	1282.034	49681.69	8.97E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	48.96126	140.8163	37564.18	1204.828	36359.35	0.0084338	7	96.79262
O2	Junction	38.21854	141.0887	60334.02	1935.144	58398.88	0.01354602	7	96.79262
O3	Junction	48.13363	140.8182	60334.02	1935.144	58398.88	0.01354602	7	96.79262
P2	Junction	72.45036	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.74223	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.8078	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.78784	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.20761	140.2937	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.80738	140.0395	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.11569	141.3185	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.769	141.41	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.02145	141.407	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68498	143.5301	287598.4	12307.95	275290.4	0.08615569	7	95.72044
U2	Junction	52.99926	143.0446	50608.18	1319.998	49288.18	0.009239994	7	97.39173
U3	Junction	48.31348	143.9217	101738.2	2756.751	98981.43	0.01929727	7	97.29035
U4	Junction	49.79015	142.7765	139302.4	3961.579	135340.8	0.02773107	7	97.15613
U5	Junction	64.42984	143.0387	186049.4	5270.495	180778.9	0.03689349	7	97.16715
U6	Junction	47.37906	143.3106	224293.4	6452.235	217841.1	0.04516567	7	97.12331
X1	Junction	69.22779	140.2286	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.63906	141.4736	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.97929	143.6906	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.91203	141.7958	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.27273	141.5597	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.0986	142.6835	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.4819	287598.4	12307.95	275290.4	0.08615569	7	95.72044
CPF-2	Sink	50.00005	136.1608	22769.84	730.3165	22039.53	0.005112219	7	96.79262
C-104	Source	100.2391	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.57391	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.80314	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.33334	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.11935	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66871	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.94595	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.70092	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.84633	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.50813	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.72944	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.69495	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.72369	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.31963	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.44061	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 11. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=25% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.02631	141.3953	11681.16	293.8493	11387.31	2.06E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.01607	142.888	2948.011	78.28716	2869.724	0.000548011	7	97.34441
O2	Junction	38.447	140.5199	21051.46	946.9592	20104.5	0.006628718	7	95.50169
O3	Junction	48.18371	140.1338	23999.47	1025.246	22974.23	0.007176729	7	95.72805
P2	Junction	71.43809	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	75.7435	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	66.80909	137.8007	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	65.78824	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	61.72534	140.295	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	62.98065	140.0387	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.02225	141.3166	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.88865	141.4078	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.14082	141.4048	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68161	143.6013	286368.7	12013.02	274355.7	0.08409118	7	95.80505
U2	Junction	53.11023	142.3271	89890.74	2308.183	87582.55	0.01615729	7	97.43223
U3	Junction	48.41329	143.2201	141020.7	3744.936	137275.8	0.02621457	7	97.34441
U4	Junction	49.88537	142.9177	141020.7	3744.936	137275.8	0.02621457	7	97.34441
U5	Junction	64.41587	143.1455	184819.7	4975.565	179844.2	0.03482898	7	97.30788
U6	Junction	47.36292	143.4004	223063.7	6157.305	216906.4	0.04310116	7	97.23967
X1	Junction	68.47833	140.2289	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	68.18042	141.4741	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.81849	143.6907	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	81.41695	141.7966	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	79.78305	141.5605	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.09732	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5528	286368.7	12013.02	274355.7	0.08409118	7	95.80505
CPF-2	Sink	50.00005	135.7205	23999.47	1025.246	22974.23	0.007176729	7	95.72805
C-104	Source	100.2263	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.80142	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	78.79052	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.42427	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.03815	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66538	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.81385	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	69.69977	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	80.38765	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	66.85115	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.71434	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	83.45997	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	83.71111	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.35292	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.53104	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 12. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=50% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.6949	133.0554	3796.955	264.6477	3532.307	1.85E-03	7	93.03
Segundo Choke	Choke	49.65414	142.5621	9603.454	264.0775	9339.377	0.001848544	7	97.25018
O2	Junction	39.10186	143.848	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
O3	Junction	48.82213	141.9223	15176.8	652.5397	14524.26	0.004567781	7	95.70041
P2	Junction	71.7102	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.00292	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.06845	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.04833	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.48834	140.2936	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.72819	140.0374	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.88667	141.3175	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.56704	141.4061	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.81931	141.0074	78474.86	2143.232	76331.62	0.01500263	7	97.26889
U11	Junction	49.65909	143.4095	295191.4	12385.72	282805.7	0.08670012	7	95.80417
U2	Junction	53.77882	141.8966	105368.9	2866.68	102502.2	0.02006678	7	97.27939
U3	Junction	49.05156	142.8426	156498.9	4303.433	152195.4	0.03012405	7	97.25018
U4	Junction	50.53811	142.5711	156498.9	4303.433	152195.4	0.03012405	7	97.25018
U5	Junction	64.35446	142.8753	193642.4	5348.272	188294.1	0.03743793	7	97.23807
U6	Junction	47.29751	143.1652	231886.4	6530.011	225356.4	0.04571011	7	97.18396
X1	Junction	68.06203	140.2291	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	68.93976	141.4734	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.8271	143.6907	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	81.83301	141.7964	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.20067	141.5603	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.35659	142.6834	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.3625	295191.4	12385.72	282805.7	0.08670012	7	95.80417
CPF-2	Sink	50.00005	134.9028	15176.8	652.5397	14524.26	0.004567781	7	95.70041
C-104	Source	100.1704	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.4536	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.06273	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.97314	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.92038	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.6432	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.82093	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	69.95901	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.14701	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	66.48686	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.65315	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	83.803	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	83.98331	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.60438	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.10991	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 13. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=75% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.16901	132.6772	3658.886	255.0244	3403.862	1.79E-03	7	93.03
Segundo Choke	Choke	49.4418	142.5673	24985.05	686.1122	24298.93	0.004802788	7	97.25391
O2	Junction	38.83602	143.848	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
O3	Junction	48.59767	142.2568	30696.46	1084.198	29612.26	0.007589389	7	96.468
P2	Junction	71.61536	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	75.9076	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	66.97312	137.801	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	65.95307	140.7757	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.40363	140.2938	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.05892	140.0394	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.48205	141.3183	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.24049	141.4066	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.49289	141.0043	78336.79	2133.608	76203.18	0.01493527	7	97.27636
U11	Junction	49.68086	143.4552	279671.7	11954.07	267717.7	0.08367852	7	95.72568
U2	Junction	53.4659	141.8954	105230.8	2857.057	102373.7	0.01999941	7	97.28496
U3	Junction	48.78395	142.8426	156360.8	4293.81	152067	0.03005669	7	97.25391
U4	Junction	50.28313	142.5708	156360.8	4293.81	152067	0.03005669	7	97.25391
U5	Junction	64.39096	142.9001	178122.7	4916.614	173206.1	0.03441632	7	97.23976
U6	Junction	47.33623	143.2064	216366.7	6098.353	210268.4	0.0426885	7	97.18147
X1	Junction	68.62068	140.2289	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	68.91856	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.49421	143.6909	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	81.99091	141.7963	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.35256	141.5602	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.26125	142.6836	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.4056	279671.7	11954.07	267717.7	0.08367852	7	95.72568
CPF-2	Sink	50.00005	138.709	30696.46	1084.198	29612.26	0.007589389	7	96.468
C-104	Source	100.2035	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.18884	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	78.96786	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.71603	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.56922	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66465	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.54776	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	69.86368	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.12581	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	66.97581	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.68937	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	83.93331	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	83.88843	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.51228	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.86708	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 14. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=100% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (PSIG)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	56.86023	141.4034	24842.93	624.9442	24217.98	4.37E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	48.88051	140.3701	15275.03	570.6072	14704.42	0.003994253	7	96.26444
O2	Junction	38.27808	140.8508	34213.23	1278.054	32935.17	0.008946385	7	96.26444
O3	Junction	48.09636	140.3748	34213.23	1278.054	32935.17	0.008946385	7	96.26444
P2	Junction	72.91084	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.20285	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.26808	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.24788	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.31046	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.90657	140.0404	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.13616	141.3192	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.72466	141.4108	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.97711	141.4078	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68854	143.5249	291430	12330.82	279099.2	0.08631577	7	95.76886
U2	Junction	52.95317	142.4874	76728.97	1977.088	74751.89	0.01383963	7	97.42328
U3	Junction	48.26292	143.4082	127859	3413.841	124445.1	0.0238969	7	97.32999
U4	Junction	49.71322	142.7864	143134	3984.448	139149.6	0.02789116	7	97.21628
U5	Junction	64.38754	143.0408	189881	5293.364	184587.6	0.03705358	7	97.21227
U6	Junction	47.35648	143.3077	228125	6475.104	221649.9	0.04532576	7	97.1616
X1	Junction	69.52014	140.2285	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.73464	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	64.98523	143.6906	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61

Z2	Junction	83.34311	141.7956	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.70418	141.5595	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.55823	142.6834	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.4773	291430	12330.82	279099.2	0.08631577	7	95.76886
CPF-2	Sink	50.00005	134.8226	18938.2	707.447	18230.75	0.004952132	7	96.26444
C-104	Source	100.2004	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.6332	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.26378	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.2956	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.13713	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.67221	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.95084	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.16049	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.94192	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.76482	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.70831	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.05221	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.18431	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.76478	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.39481	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 15. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=25% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.09529	141.391	6606.221	166.1849	6440.036	1.16E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.08879	142.7868	1094.427	29.01029	1065.417	0.000203072	7	97.34927
O2	Junction	38.47934	140.2786	15976.52	819.2948	15157.23	0.005735067	7	94.87188
O3	Junction	48.25624	139.4862	17070.95	848.3051	16222.64	0.00593814	7	95.03071
P2	Junction	73.05428	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.34608	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.41083	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.39054	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.52467	140.2944	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	64.01961	140.0405	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.43166	141.3189	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.94971	141.4108	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.20215	141.4077	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.68725	143.5601	293297.3	12189.96	281107.3	0.08532976	7	95.84382
U2	Junction	53.16782	142.2799	94965.68	2435.848	92529.83	0.01705094	7	97.43502
U3	Junction	48.46114	143.1584	146095.7	3872.601	142223.1	0.02710822	7	97.34927
U4	Junction	49.92508	142.8667	146095.7	3872.601	142223.1	0.02710822	7	97.34927
U5	Junction	64.43167	143.0992	191748.3	5152.506	186595.7	0.03606757	7	97.31288
U6	Junction	47.38369	143.3541	229992.3	6334.246	223658	0.04433975	7	97.24589
X1	Junction	69.86855	140.2284	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.99611	141.4738	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.28782	143.6904	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	83.49604	141.7955	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.8565	141.5594	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.70143	142.6834	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5128	293297.3	12189.96	281107.3	0.08532976	7	95.84382
CPF-2	Sink	50.00005	133.3782	17070.95	848.3051	16222.64	0.00593814	7	95.03071
C-104	Source	100.2408	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.83362	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.40727	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.47147	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.39411	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.67094	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.19971	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.30367	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.2034	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	68.07102	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.73377	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.17908	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.3278	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.90286	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.5744	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 16. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=50% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (PSIG)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.50842	141.4064	64798.45	1630.058	63168.39	1.14E-02	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	50.54613	143.8009	3595.578	98.5259	3497.052	0.000689682	7	97.2598
O2	Junction	39.9263	141.1482	74168.75	2283.168	71885.58	0.01598219	7	96.92166
O3	Junction	49.68611	141.0607	77764.32	2381.694	75382.63	0.01667187	7	96.93729
P2	Junction	75.01685	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	79.31014	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	70.37477	137.7999	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	69.35419	140.775	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	65.2909	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	65.90157	140.0403	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	62.85258	141.3195	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	57.3698	141.4111	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	56.62212	141.4081	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	52.23183	144.0867	232603.9	10656.57	221947.3	0.07459604	7	95.41858
U2	Junction	54.59497	143.6612	36773.45	971.9744	35801.48	0.006803825	7	97.35686
U3	Junction	49.90396	144.3169	87903.45	2408.727	85494.73	0.0168611	7	97.2598
U4	Junction	51.37635	143.8256	87903.45	2408.727	85494.73	0.0168611	7	97.2598
U5	Junction	66.93833	143.8138	131054.9	3619.117	127435.8	0.02533384	7	97.23847
U6	Junction	49.89512	143.9987	169298.9	4800.857	164498	0.03360602	7	97.16427
X1	Junction	72.59109	140.2274	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	71.84033	141.4741	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	66.68889	143.6897	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	84.39681	141.795	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.75948	141.5589	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	79.66613	142.6821	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	144.0345	232603.9	10656.57	221947.3	0.07459604	7	95.41858
CPF-2	Sink	50.00005	139.6705	77764.32	2381.694	75382.63	0.01667187	7	96.93729
C-104	Source	102.6081	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	75.27472	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	82.37049	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	68.64557	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	69.63325	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	66.17887	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	78.35673	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	73.26811	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	84.04768	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	70.47444	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	97.08796	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.92765	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	87.29095	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	79.8049	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.88452	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 17. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=75% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	56.96757	141.3341	1494.14	37.58633	1456.554	2.63E-04	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	48.9847	142.7898	3116.731	82.47368	3034.257	0.000577316	7	97.35384
O2	Junction	38.40369	140.1875	10864.44	690.6962	10173.74	0.004834877	7	93.6426
O3	Junction	48.13339	139.6118	13981.17	773.1699	13208	0.005412193	7	94.46992
P2	Junction	73.3088	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.60082	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.66534	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.64512	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.70847	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	64.20567	140.0407	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.35732	141.3195	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.8219	141.4114	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.07436	141.4084	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.69273	143.5282	296387	12265.09	284121.9	0.08585571	7	95.8618
U2	Junction	53.04349	142.2358	100077.8	2564.446	97513.31	0.01795114	7	97.43755
U3	Junction	48.35272	143.0995	151207.8	4001.199	147206.6	0.02800841	7	97.35384
U4	Junction	49.81711	142.8179	151207.8	4001.199	147206.6	0.02800841	7	97.35384
U5	Junction	64.49184	143.0582	194838	5227.642	189610.4	0.03659351	7	97.31693
U6	Junction	47.36824	143.3167	233082	6409.381	226672.6	0.0448657	7	97.25016
X1	Junction	70.02599	140.2284	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	70.21964	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.11938	143.6905	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	83.66415	141.7954	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.02475	141.5593	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.95583	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.4815	296387	12265.09	284121.9	0.08585571	7	95.8618
CPF-2	Sink	50.00005	132.1838	13981.17	773.1699	13208	0.005412193	7	94.46992
C-104	Source	100.2959	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.75829	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.66188	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.36958	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.32944	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.67634	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.06113	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.55803	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.42694	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	68.20949	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.71932	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.31862	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.5824	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	78.1493	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.47615	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 18. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=100% (MONTAJE ACTUAL).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	56.86062	141.4055	50958	1281.89	49676.11	8.97E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	48.87996	140.8172	44194.94	1417.531	42777.41	0.009922723	7	96.79255
O2	Junction	38.27109	141.0889	60328.3	1935	58393.3	0.01354501	7	96.79255
O3	Junction	48.04033	140.8189	60328.3	1935	58393.3	0.01354501	7	96.79255
P2	Junction	72.78813	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.08017	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.14537	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.12518	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.24494	140.2945	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.83678	140.0403	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.1359	141.319	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.71946	141.4107	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.97191	141.4076	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67939	143.4692	294234.8	12520.79	281714.1	0.08764562	7	95.74463
U2	Junction	52.94417	143.0448	50613.9	1320.142	49293.76	0.009241001	7	97.39174
U3	Junction	48.25166	143.9217	101743.9	2756.895	98987.01	0.01929828	7	97.29036
U4	Junction	49.70765	142.688	145938.8	4174.426	141764.4	0.029221	7	97.13961
U5	Junction	64.42686	142.963	192685.8	5483.342	187202.5	0.03838342	7	97.15426
U6	Junction	47.33821	143.2397	230929.8	6665.082	224264.8	0.0466556	7	97.11381
X1	Junction	69.52675	140.2285	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.76423	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.98006	143.6906	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	83.18135	141.7957	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.54276	141.5596	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.43552	142.6834	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.422	294234.8	12520.79	281714.1	0.08764562	7	95.74463
CPF-2	Sink	50.00006	134.3236	16133.36	517.4694	15615.89	0.003622288	7	96.79255
C-104	Source	100.2364	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	73.62624	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.14103	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.28823	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.13691	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.6632	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.94658	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.03779	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.97151	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.77063	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69122	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.91809	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.06156	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.64604	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.38461	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 19. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=25% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.64652	141.4012	34702.17	872.9616	33829.21	0.006110735	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.20396	143.1693	8045.589	215.8557	7829.733	0.001510991	7	97.31709
O2	Junction	38.81274	140.9796	44072.47	1526.071	42546.4	0.01068251	7	96.53736
O3	Junction	48.54096	140.9946	52118.06	1741.927	50376.13	0.0121935	7	96.65773
P2	Junction	74.31874	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	78.61149	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	69.67642	137.8006	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	68.65624	140.7753	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	64.74298	140.2944	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	65.25921	140.0404	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	62.29306	141.3195	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.81396	141.4111	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	56.06633	141.4081	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67428	143.8022	258250.1	11296.34	246953.8	0.07907441	7	95.62582
U2	Junction	54.02903	142.6466	66869.73	1729.071	65140.66	0.0121035	7	97.41427
U3	Junction	49.3331	143.5752	117999.7	3165.824	114833.9	0.02216078	7	97.31709
U4	Junction	46.17609	143.2258	117999.7	3165.824	114833.9	0.02216078	7	97.31709
U5	Junction	64.39512	143.3925	156701.1	4258.884	152442.3	0.02981221	7	97.28216
U6	Junction	47.34605	143.6358	194945.1	5440.624	189504.5	0.03808439	7	97.20915
X1	Junction	71.05963	140.228	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	71.22823	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	66.12796	143.69	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61

Z2	Junction	84.563	141.795	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.9236	141.5588	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	78.9668	142.683	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.7482	258250.1	11296.34	246953.8	0.07907441	7	95.62582
CPF-2	Sink	50.00005	138.9223	52118.06	1741.927	50376.13	0.0121935	7	96.65773
C-104	Source	100.2073	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.16565	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	81.67215	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	68.179	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	69.14463	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65817	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.8926	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	72.56888	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	83.43556	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	69.1202	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69856	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	86.06601	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	86.59263	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	79.12854	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.36557	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 20. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=50% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.01422	141.3984	33943.36	853.8731	33089.49	0.005977116	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.57828	143.193	21923.54	587.9541	21335.59	0.004115681	7	97.31816
O2	Junction	39.17944	140.9701	43313.66	1506.983	41806.68	0.01054889	7	96.52077
O3	Junction	48.94076	141.4604	65237.2	2094.937	63142.27	0.01466457	7	96.78874
P2	Junction	73.57001	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.86213	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.92694	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.90678	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	64.03485	140.2944	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	64.68113	140.04	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	62.11852	141.3184	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.81287	141.4097	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	56.06523	141.4067	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67369	143.8283	245131	10943.33	234187.7	0.07660333	7	95.53572
U2	Junction	54.02918	142.6318	67628.54	1748.159	65880.38	0.01223712	7	97.41506
U3	Junction	49.33349	143.5609	118758.5	3184.912	115573.6	0.0222944	7	97.31816
U4	Junction	46.10179	143.2141	118758.5	3184.912	115573.6	0.0222944	7	97.31816
U5	Junction	64.38744	143.3992	143582	3905.874	139676.1	0.02734114	7	97.27969
U6	Junction	47.34084	143.6587	181826	5087.614	176738.4	0.03561332	7	97.20193
X1	Junction	70.14442	140.2283	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	70.48497	141.4736	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	65.94341	143.6901	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61

Z2	Junction	84.11783	141.7952	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.47887	141.5591	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	78.2175	142.6834	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.7714	245131	10943.33	234187.7	0.07660333	7	95.53572
CPF-2	Sink	50.00005	139.7938	65237.2	2094.937	63142.27	0.01466457	7	96.78874
C-104	Source	100.2003	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.53086	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.92318	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	68.17913	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.99238	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65758	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.74016	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.81967	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.69228	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	68.3137	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69368	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.69557	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.84369	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	78.40264	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.36592	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 21. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=75% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.93887	141.3981	31811.4	800.242	31011.16	0.005601697	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.47822	143.1556	16885.49	452.3466	16433.15	0.003166428	7	97.32109
O2	Junction	39.1043	140.9482	41181.7	1453.352	39728.35	0.01017347	7	96.47088
O3	Junction	48.81469	141.3015	58067.2	1905.698	56161.5	0.0133399	7	96.71812
P2	Junction	73.92443	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	78.218	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	69.28303	137.8007	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	68.2628	140.7754	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	64.10775	140.295	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	64.7596	140.0406	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	62.17036	141.3189	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.85374	141.4101	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	56.10609	141.4071	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67646	143.7979	252301	11132.57	241168.4	0.07792801	7	95.58759
U2	Junction	54.06828	142.5946	69760.5	1801.791	67958.71	0.01261254	7	97.41718
U3	Junction	49.37225	143.5231	120890.5	3238.544	117652	0.02266982	7	97.32109
U4	Junction	45.94891	143.1832	120890.5	3238.544	117652	0.02266982	7	97.32109
U5	Junction	64.38886	143.3691	150752	4095.113	146656.9	0.02866581	7	97.28354
U6	Junction	47.34313	143.6248	188996	5276.853	183719.2	0.03693799	7	97.20796
X1	Junction	70.17046	140.2283	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	70.57004	141.4736	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.98359	143.6901	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	84.31886	141.7951	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.67973	141.559	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	78.57326	142.6832	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.7426	252301	11132.57	241168.4	0.07792801	7	95.58759
CPF-2	Sink	50.00005	139.4336	58067.2	1905.698	56161.5	0.0133399	7	96.71812
C-104	Source	100.2016	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.45602	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	81.27771	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	68.21133	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	69.03759	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66031	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.77334	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	72.17539	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.77736	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	68.33662	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69582	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.86279	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	86.19821	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	78.74742	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.40114	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 22. CONFIGURACION CK1=25% Y CK2=100% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.47977	141.4016	34596.28	870.2978	33725.98	6.09E-03	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	50.30982	143.1843	11594.24	311.0454	11283.19	0.002177319	7	97.31724
O2	Junction	39.64376	140.9789	43966.58	1523.408	42443.17	0.01066386	7	96.53508
O3	Junction	49.64012	141.136	55560.82	1834.453	53726.37	0.01284118	7	96.6983
P2	Junction	75.19437	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	79.4867	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	70.55149	137.8006	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	69.51692	140.7753	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	65.95374	140.2935	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	66.46403	140.0396	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	63.46779	141.3189	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	58.08262	141.4102	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	57.33488	141.4072	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67657	143.8109	254807.4	11203.81	243603.6	0.07842672	7	95.60303
U2	Junction	54.70787	142.645	66975.62	1731.735	65243.89	0.01212215	7	97.41438
U3	Junction	50.01338	143.5735	118105.6	3168.488	114937.1	0.02217943	7	97.31724
U4	Junction	46.77572	143.2246	118105.6	3168.488	114937.1	0.02217943	7	97.31724
U5	Junction	65.02622	143.3952	153258.4	4166.358	149092	0.02916453	7	97.28148
U6	Junction	47.96375	143.6423	191502.4	5348.098	186154.3	0.03743671	7	97.20729
X1	Junction	72.62996	140.2274	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	72.47136	141.4738	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	67.33729	143.6894	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	85.61779	141.7944	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	83.97774	141.5583	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	79.83823	142.683	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.7562	254807.4	11203.81	243603.6	0.07842672	7	95.60303
CPF-2	Sink	50.00005	139.191	55560.82	1834.453	53726.37	0.01284118	7	96.6983
C-104	Source	100.7882	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.99331	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	82.54806	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	68.7388	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	70.17151	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66042	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	78.89473	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	73.44019	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	84.67874	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	70.50888	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	95.2767	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	86.94587	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	87.46852	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	79.96265	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	63.98408	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 23. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=25% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.25834	141.4037	66720.4	1678.407	65042	1.17E-02	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.62464	140.8977	12462.77	381.8752	12080.9	0.002673128	7	96.93587
O2	Junction	39.3531	141.1578	76090.7	2331.517	73759.19	0.01632063	7	96.93587
O3	Junction	49.12342	140.9432	76090.7	2331.517	73759.19	0.01632063	7	96.93587
P2	Junction	73.82292	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	78.11501	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	69.18005	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	68.15984	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	64.19283	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.86533	140.0432	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.09589	141.3211	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.72566	141.4122	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.97811	141.4092	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67438	143.9426	246740.3	11088.62	235651.6	0.07762041	7	95.50595
U2	Junction	52.94537	143.7866	34851.5	923.626	33927.87	0.006465386	7	97.34982
U3	Junction	48.25569	144.3826	85981.5	2360.379	83621.12	0.01652266	7	97.25478
U4	Junction	45.80477	143.511	98444.27	2742.254	95702.01	0.01919579	7	97.21441
U5	Junction	64.3782	143.5968	145191.3	4051.17	141140.1	0.02835821	7	97.20977
U6	Junction	47.33946	143.8129	183435.3	5232.91	178202.4	0.03663039	7	97.14727
X1	Junction	70.41319	140.2282	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	70.66029	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.94939	143.6906	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	84.27412	141.7951	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	82.63772	141.559	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	78.47326	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.8859	246740.3	11088.62	235651.6	0.07762041	7	95.50595
CPF-2	Sink	50.00005	139.2476	63627.93	1949.641	61678.29	0.0136475	7	96.93587
C-104	Source	100.1919	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.70382	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	81.17617	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.28921	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.10214	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65826	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.92138	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	72.0754	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.86761	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	68.55032	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69239	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.82556	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	86.09667	145	1456.8	13.40256	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	78.6477	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.38826	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 24. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=50% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	57.8563	142.078	96168.41	2456.679	93711.73	1.72E-02	7	97.44544
Segundo Choke	Choke	49.86386	141.6678	42816.45	1261.623	41554.83	0.00883137	7	97.05341
O2	Junction	39.30773	141.8375	105538.7	3109.789	102428.9	0.02176853	7	97.05341
O3	Junction	49.09325	141.6816	105538.7	3109.789	102428.9	0.02176853	7	97.05341
P2	Junction	71.88102	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.1729	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.23825	137.801	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.21783	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.67135	140.2937	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.48172	140.0388	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.1839	141.3173	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.89771	141.4089	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.15014	142.0795	96168.41	2456.679	93711.73	0.01719676	7	97.44544
U11	Junction	49.67893	143.7407	247645.9	11190.1	236455.8	0.07833074	7	95.48141
U2	Junction	53.12109	144.7133	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
U3	Junction	48.42838	144.7817	56533.49	1582.107	54951.38	0.01107476	7	97.20147
U4	Junction	46.11183	143.0105	99349.94	2843.73	96506.21	0.01990612	7	97.13766
U5	Junction	64.40906	143.2586	146096.9	4152.646	141944.3	0.02906854	7	97.15761
U6	Junction	47.36217	143.5439	184340.9	5334.386	179006.6	0.03734073	7	97.10624
X1	Junction	68.67152	140.2289	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.11114	141.4736	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	65.13849	143.6905	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.24737	141.7962	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.60962	141.56	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.527	142.6836	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.6844	247645.9	11190.1	236455.8	0.07833074	7	95.48141
CPF-2	Sink	50.00005	139.947	62722.26	1848.165	60874.1	0.01293716	7	97.05341
C-104	Source	100.2201	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.65863	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.23361	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.43317	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.17864	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66274	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	77.07685	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.12939	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.3184	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.02035	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.71363	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.14512	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.15418	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.76828	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.54471	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 25. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=75% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.76499	141.3992	62036.89	1560.589	60476.3	1.09E-02	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.65498	143.6264	3360.932	91.86619	3269.065	0.000643064	7	97.26664
O2	Junction	39.20879	141.1396	71407.19	2213.699	69193.49	0.0154959	7	96.89989
O3	Junction	48.95839	141.0254	74768.12	2305.565	72462.55	0.01613897	7	96.91638
P2	Junction	72.13345	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.42506	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.4903	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.47009	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.91785	140.2937	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.74845	140.0388	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.22213	141.3177	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	56.16016	141.4084	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.41257	141.4054	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.65746	144.0583	235600.1	10732.7	224867.4	0.07512894	7	95.44453
U2	Junction	53.37769	143.5031	39535.01	1041.444	38493.57	0.00729011	7	97.36577
U3	Junction	48.66422	144.2284	90665.01	2478.197	88186.82	0.01734739	7	97.26664
U4	Junction	46.12228	143.7667	90665.01	2478.197	88186.82	0.01734739	7	97.26664
U5	Junction	64.54463	143.7693	134051.1	3695.246	130355.8	0.02586674	7	97.2434
U6	Junction	47.58366	143.9608	172295.1	4876.986	167418.1	0.03413892	7	97.1694
X1	Junction	69.43819	140.2286	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.35567	141.4739	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.98495	143.6906	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.53664	141.796	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.89691	141.5599	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.77875	142.6835	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.9988	235600.1	10732.7	224867.4	0.07512894	7	95.44453
CPF-2	Sink	50.00005	139.5787	74768.12	2305.565	72462.55	0.01613897	7	96.91638
C-104	Source	100.3443	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.56009	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.48613	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.64362	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.21187	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.6416	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.9506	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.38111	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.56294	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.69284	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.92088	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.38426	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.40668	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.01225	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.7585	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 26. CONFIGURACION CK1=50% Y CK2=100% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.042	141.403	68643.16	1726.775	66916.38	1.21E-02	7	97.48442
Segundo Choke	Choke	49.55001	140.9252	19889.88	606.7623	19283.12	0.004247339	7	96.94939
O2	Junction	39.20393	141.163	78013.46	2379.885	75633.57	0.01665921	7	96.94939
O3	Junction	48.89086	140.954	78013.46	2379.885	75633.57	0.01665921	7	96.94939
P2	Junction	72.95601	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.24827	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.31357	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.29341	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.33562	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.86951	140.0406	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.13496	141.3193	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.76872	141.4105	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.02116	141.4075	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U11	Junction	49.67542	143.8743	252244.6	11265.14	240979.5	0.07885604	7	95.53404
U2	Junction	52.99365	143.9255	32928.75	875.2576	32053.49	0.006126807	7	97.34196
U3	Junction	48.30617	144.4505	84058.75	2312.011	81746.73	0.01618408	7	97.24953
U4	Junction	46.01711	143.3677	103948.6	2918.773	101029.9	0.02043142	7	97.1921
U5	Junction	64.3853	143.496	150695.6	4227.689	146467.9	0.02959384	7	97.19455
U6	Junction	47.34173	143.7262	188939.6	5409.428	183530.2	0.03786602	7	97.13695
X1	Junction	69.59401	140.2285	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.76927	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554
Y2	Junction	64.48789	143.6909	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61

Z2	Junction	83.29022	141.7956	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.65144	141.5595	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.60219	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.819	252244.6	11265.14	240979.5	0.07885604	7	95.53404
CPF-2	Sink	50.00005	139.0985	58123.58	1773.123	56350.45	0.01241187	7	96.94939
C-104	Source	100.1984	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.55525	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.30897	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.32875	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.13609	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65929	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.54258	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.20444	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.97655	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.82971	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69451	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	85.00834	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.2295	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.80885	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.43398	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 27. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=25% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (PSIG)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.37668	141.7046	84352.71	2138.836	82213.88	1.50E-02	7	97.46441
Segundo Choke	Choke	49.97425	141.2382	9519.533	283.5806	9235.952	0.001985065	7	97.02107
O2	Junction	39.53782	141.4734	93723.01	2791.946	90931.07	0.01954364	7	97.02107
O3	Junction	49.31142	141.2986	93723.01	2791.946	90931.07	0.01954364	7	97.02107
P2	Junction	70.71785	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	75.01033	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	66.07572	137.8014	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	65.05571	140.7759	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	61.50239	140.2939	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	62.4539	140.0385	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.42071	141.3167	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.40558	141.4077	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.65805	141.71	84352.71	2138.836	82213.88	0.01497186	7	97.46441
U11	Junction	49.67263	144.0775	226164.7	10529.9	215634.8	0.07370933	7	95.34415
U2	Junction	52.62916	144.7136	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
U3	Junction	47.93669	144.7689	68349.19	1899.949	66449.24	0.01329965	7	97.22023
U4	Junction	45.69668	143.7894	77868.72	2183.53	75685.19	0.01528472	7	97.19588
U5	Junction	64.34124	143.7829	124615.7	3492.446	121123.3	0.02444714	7	97.19743
U6	Junction	47.2982	143.9826	162859.7	4674.185	158185.5	0.03271932	7	97.12993
X1	Junction	67.21082	140.2294	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	67.93961	141.4735	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.41791	143.6909	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	81.4677	141.7966	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	79.83123	141.5605	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	75.36392	142.6841	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	144.0155	226164.7	10529.9	215634.8	0.07370933	7	95.34415
CPF-2	Sink	50.00005	140.0105	84203.48	2508.366	81695.12	0.01755857	7	97.02107
C-104	Source	100.1584	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.88779	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	78.07004	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.03048	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.51603	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65654	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.48521	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	68.96647	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	80.14683	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	65.74353	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.65379	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	83.50178	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	82.99064	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	75.64498	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.09944	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 28. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=50% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.21768	142.6276	123575.6	3220.337	120355.3	2.25E-02	7	97.39404
Segundo Choke	Choke	50.09712	142.2621	60350.75	1758.35	58592.4	0.01230846	7	97.08645
O2	Junction	39.32422	142.3972	132945.9	3873.447	129072.5	0.02711415	7	97.08645
O3	Junction	49.57678	142.2712	132945.9	3873.447	129072.5	0.02711415	7	97.08645
P2	Junction	72.50413	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.79708	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.86218	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.84181	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.28495	140.2937	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.91063	140.0394	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.89576	141.3191	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.40475	141.411	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.65722	142.6306	123575.6	3220.337	120355.3	0.02254237	7	97.39404
U11	Junction	49.66914	143.6437	237773	10923.17	226849.9	0.07646222	7	95.40605
U2	Junction	52.63899	144.6281	48897.72	1341.753	47555.96	0.009392277	7	97.256
U3	Junction	47.9474	144.9858	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19
U4	Junction	46.18262	142.6715	89477.04	2576.799	86900.24	0.0180376	7	97.12016
U5	Junction	64.37494	143.0554	136224	3885.715	132338.3	0.02720002	7	97.14756
U6	Junction	47.33078	143.4015	174468	5067.454	169400.6	0.0354722	7	97.09548
X1	Junction	69.38115	140.2286	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.74455	141.4736	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.67887	143.6908	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.9459	141.7958	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.30721	141.5597	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.15088	142.6835	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5851	237773	10923.17	226849.9	0.07646222	7	95.40605
CPF-2	Sink	50.00005	140.7618	72595.16	2115.097	70480.06	0.01480569	7	97.08645
C-104	Source	100.1889	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.67506	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.85693	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.03851	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.92827	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.6531	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.69923	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.75319	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.95183	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.64275	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.68427	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.723	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.77748	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.37185	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.10913	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 29. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=75% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.05348	142.638	124137.5	3236.126	120901.4	2.27E-02	7	97.39311
Segundo Choke	Choke	49.63675	142.276	74917.74	2182.44	72735.3	0.01527709	7	97.08688
O2	Junction	39.21513	142.4077	133507.8	3889.236	129618.6	0.02722467	7	97.08688
O3	Junction	48.97774	142.2837	133507.8	3889.236	129618.6	0.02722467	7	97.08688
P2	Junction	72.31821	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.60995	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.67528	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.6551	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.73241	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.33605	140.0404	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.58333	141.3193	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.1366	141.411	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.38911	142.6414	124137.5	3236.126	120901.4	0.0226529	7	97.39311
U11	Junction	49.67681	143.5644	251778.1	11331.47	240446.7	0.07932033	7	95.49942
U2	Junction	52.35745	144.6323	49459.6	1357.542	48102.05	0.009502799	7	97.25525
U3	Junction	47.65502	144.9859	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19
U4	Junction	46.01284	142.6109	103482.1	2985.1	100497	0.02089571	7	97.11535
U5	Junction	64.38734	142.9782	150229.1	4294.016	145935.1	0.03005813	7	97.14169
U6	Junction	47.33782	143.3142	188473.1	5475.755	182997.4	0.03833031	7	97.09468
X1	Junction	68.74526	140.2288	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.25681	141.4736	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.43701	143.6909	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.7097	141.7959	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.07119	141.5598	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.96531	142.6835	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5091	251778.1	11331.47	240446.7	0.07932033	7	95.49942
CPF-2	Sink	50.00005	140.4143	58590.06	1706.796	56883.26	0.01194758	7	97.08688
C-104	Source	100.2002	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.5664	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.67095	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	66.80848	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.65708	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66066	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.50086	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.56764	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.46407	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.08496	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69086	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.52744	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.5915	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.19121	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	61.84464	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 30. CONFIGURACION CK1=75% Y CK2=100% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.1491	142.3526	110625.1	2856.427	107768.6	2.00E-02	7	97.41792
Segundo Choke	Choke	49.73691	141.9724	59929.59	1752.777	58176.82	0.01226945	7	97.07527
O2	Junction	39.31032	142.1195	119995.4	3509.537	116485.8	0.02456677	7	97.07527
O3	Junction	49.07626	141.982	119995.4	3509.537	116485.8	0.02456677	7	97.07527
P2	Junction	72.94355	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	77.23589	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.3011	137.8008	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.28091	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.33054	140.2946	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.83939	140.0407	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.79141	141.3201	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.28622	141.4118	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.53871	142.3563	110625.1	2856.427	107768.6	0.019995	7	97.41792
U11	Junction	49.68001	143.6453	250302.4	11281.5	239020.9	0.07897058	7	95.49285
U2	Junction	52.51754	144.5004	35947.18	977.8429	34969.33	0.006844905	7	97.27978
U3	Junction	47.82836	144.9858	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19
U4	Junction	46.19808	142.7953	102006.4	2935.135	99071.28	0.02054596	7	97.1226
U5	Junction	64.38997	143.1078	148753.4	4244.051	144509.4	0.02970838	7	97.14692
U6	Junction	47.34673	143.4199	186997.4	5425.791	181571.6	0.03798056	7	97.09847
X1	Junction	69.66092	140.2285	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.87028	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.63491	143.6908	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	83.26162	141.7956	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.62432	141.5595	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.58978	142.6833	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.5897	250302.4	11281.5	239020.9	0.07897058	7	95.49285
CPF-2	Sink	50.00005	140.165	60065.78	1756.76	58309.02	0.01229733	7	97.07527
C-104	Source	100.2026	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.66121	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.29651	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	66.93925	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.83766	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.66381	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.66316	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	71.19203	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	82.07757	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.88851	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69919	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.98463	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	85.21704	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.79675	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.00142	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 31. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=25% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (PSIG)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.72958	141.6833	83723.4	2121.908	81601.49	1.49E-02	7	97.46557
Segundo Choke	Choke	50.20404	141.2351	13636.46	406.4874	13229.97	0.002845414	7	97.01911
O2	Junction	39.89113	141.4528	93093.7	2775.018	90318.68	0.01942514	7	97.01911
O3	Junction	49.68954	141.2768	93093.7	2775.018	90318.68	0.01942514	7	97.01911
P2	Junction	72.0567	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.34891	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.41394	137.8007	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.39399	140.7755	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.47615	140.2945	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.75412	140.0382	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	61.03776	141.3177	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.67812	141.4094	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.93058	141.689	83723.4	2121.908	81601.49	0.01485336	7	97.46557
U11	Junction	49.6758	144.0288	230911	10669.73	220241.2	0.07468818	7	95.37929
U2	Junction	52.9055	144.7134	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
U3	Junction	48.2173	144.7683	68978.5	1916.878	67061.62	0.01341815	7	97.22105
U4	Junction	45.88424	143.6692	82614.96	2323.365	80291.6	0.01626357	7	97.18772
U5	Junction	64.3824	143.7074	129362	3632.281	125729.7	0.02542598	7	97.19216
U6	Junction	47.34077	143.9186	167606	4814.021	162791.9	0.03369817	7	97.12777
X1	Junction	68.2074	140.229	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	68.93824	141.4735	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.81327	143.6907	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.12302	141.7962	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.48365	141.5601	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.70296	142.6832	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.9682	230911	10669.73	220241.2	0.07468818	7	95.37929
CPF-2	Sink	50.00005	139.9136	79457.24	2368.53	77088.71	0.01657972	7	97.01911
C-104	Source	100.1957	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	75.23969	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.40935	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.25657	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	68.05163	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65967	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.80956	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.30533	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.14549	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	66.61401	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69362	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.0424	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.32991	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.93865	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.35349	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 32. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=50% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (PSIG)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.86309	142.3245	109573.4	2826.875	106746.5	1.98E-02	7	97.42011
Segundo Choke	Choke	50.30421	141.9413	47662.75	1394.489	46268.26	0.009761427	7	97.07426
O2	Junction	39.92135	142.092	118943.7	3479.985	115463.7	0.02435991	7	97.07426
O3	Junction	49.64142	141.9534	118943.7	3479.985	115463.7	0.02435991	7	97.07426
P2	Junction	71.76149	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.05325	132.9208	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	67.11837	137.8011	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	66.09826	140.7757	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	62.56117	140.2937	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.40174	140.0387	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.83497	141.3178	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.82142	141.4084	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	55.07386	142.3288	109573.4	2826.875	106746.5	0.01978814	7	97.42011
U11	Junction	49.6733	143.7315	239087.2	10952.77	228134.5	0.07666942	7	95.41892
U2	Junction	53.05649	144.4858	34895.52	948.2914	33947.23	0.006638044	7	97.28248
U3	Junction	48.38374	144.9857	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19
U4	Junction	46.1648	142.9172	90791.23	2606.399	88184.83	0.0182448	7	97.12924
U5	Junction	64.3834	143.2128	137538.2	3915.315	133622.9	0.02740722	7	97.15329
U6	Junction	47.33757	143.522	175782.2	5097.054	170685.2	0.0356794	7	97.10036
X1	Junction	68.7088	140.2288	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.02396	141.4737	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.59433	143.6908	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	82.24648	141.7962	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	80.6091	141.56	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	76.40789	142.6837	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.6732	239087.2	10952.77	228134.5	0.07666942	7	95.41892
CPF-2	Sink	50.00005	140.4224	71280.97	2085.497	69195.48	0.01459849	7	97.07426
C-104	Source	100.1966	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	75.26979	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	79.11404	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	67.38024	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.87548	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.6572	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.62987	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.0103	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.23122	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.05302	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69062	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.14439	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.03461	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	76.65266	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	62.50426	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 33. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=75% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.22162	142.1331	98275.51	2513.36	95762.15	1.76E-02	7	97.44254
Segundo Choke	Choke	49.73451	141.7292	51141.67	1504.365	49637.31	0.01053056	7	97.05844
O2	Junction	39.38386	141.8931	107645.8	3166.47	104479.3	0.0221653	7	97.05844
O3	Junction	49.1494	141.7403	107645.8	3166.47	104479.3	0.0221653	7	97.05844
P2	Junction	72.66622	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.95815	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.02356	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.00338	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.02679	140.2948	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.59622	140.0406	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.54067	141.3201	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.17638	141.4114	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.42887	142.1379	98275.51	2513.36	95762.15	0.01759353	7	97.44254
U11	Junction	49.6726	143.6768	253864.1	11376.16	242487.9	0.07963316	7	95.5188
U2	Junction	52.40549	144.7137	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
U3	Junction	47.71444	144.7859	54426.39	1525.426	52900.96	0.01067799	7	97.19727
U4	Junction	46.15917	142.8997	105568.1	3029.791	102538.3	0.02120855	7	97.13001
U5	Junction	64.39246	143.1725	152315.1	4338.707	147976.4	0.03037097	7	97.15149
U6	Junction	47.34476	143.4658	190559.1	5520.446	185038.6	0.03864315	7	97.10303
X1	Junction	69.37919	140.2286	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.55636	141.4738	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.38217	143.6909	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	83.12084	141.7957	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.48109	141.5596	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.31354	142.6835	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.6219	253864.1	11376.16	242487.9	0.07963316	7	95.5188
CPF-2	Sink	50.00005	139.8156	56504.14	1662.105	54842.03	0.01163474	7	97.05844
C-104	Source	100.2049	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.73446	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.01908	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	66.84771	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.62007	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65651	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.45592	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.91583	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.76363	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.64103	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69735	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.86794	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.93962	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.52818	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	61.89837	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 34. CONFIGURACION CK1=100% Y CK2=100% (MONTAJE MODIFICADO).

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58.22162	142.1331	98275.51	2513.36	95762.15	1.76E-02	7	97.44254
Segundo Choke	Choke	49.73451	141.7292	51141.67	1504.365	49637.31	0.01053056	7	97.05844
O2	Junction	39.38386	141.8931	107645.8	3166.47	104479.3	0.0221653	7	97.05844
O3	Junction	49.1494	141.7403	107645.8	3166.47	104479.3	0.0221653	7	97.05844
P2	Junction	72.66622	136.5752	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P3	Junction	76.95815	132.9209	3146.1	46.17498	3099.925	0.000323225	7	98.53231
P4	Junction	68.02356	137.8009	14301.9	246.7281	14055.17	0.001727098	7	98.27486
P5	Junction	67.00338	140.7756	31502.9	776.5189	30726.38	0.005435636	7	97.53509
P6	Junction	63.02679	140.2948	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P7	Junction	63.59622	140.0406	39052.9	965.6055	38087.29	0.006759243	7	97.52744
P8	Junction	60.54067	141.3201	60273.9	1534.328	58739.57	0.01074031	7	97.45441
P9	Junction	55.17638	141.4114	74677.9	1878.584	72799.32	0.0131501	7	97.48442
U1	Junction	54.42887	142.1379	98275.51	2513.36	95762.15	0.01759353	7	97.44254
U11	Junction	49.6726	143.6768	253864.1	11376.16	242487.9	0.07963316	7	95.5188
U2	Junction	52.40549	144.7137	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
U3	Junction	47.71444	144.7859	54426.39	1525.426	52900.96	0.01067799	7	97.19727
U4	Junction	46.15917	142.8997	105568.1	3029.791	102538.3	0.02120855	7	97.13001
U5	Junction	64.39246	143.1725	152315.1	4338.707	147976.4	0.03037097	7	97.15149
U6	Junction	47.34476	143.4658	190559.1	5520.446	185038.6	0.03864315	7	97.10303
.X1	Junction	69.37919	140.2286	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
X2	Junction	69.55636	141.4738	7550	189.0866	7360.913	0.001323607	7	97.49554

Y2	Junction	64.38217	143.6909	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
Z2	Junction	83.12084	141.7957	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z3	Junction	81.48109	141.5596	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
Z4	Junction	77.31354	142.6835	11155.8	200.5532	10955.25	0.001403873	7	98.20225
CPF_2	Sink	50.00005	143.6219	253864.1	11376.16	242487.9	0.07963316	7	95.5188
CPF-2	Sink	50.00005	139.8156	56504.14	1662.105	54842.03	0.01163474	7	97.05844
C-104	Source	100.2049	145	46747	1308.916	45438.08	0.009162418	7	97.2
C-1052	Source	74.73446	145	9370.3	653.1099	8717.19	0.004571772	7	93.03
C-115	Source	80.01908	145	1689.3	32.77242	1656.528	0.000229407	7	98.06
C-17	Source	66.84771	145	26894	723.4486	26170.55	0.005064143	7	97.31
C-233	Source	67.62007	145	21221	568.7228	20652.28	0.003981062	7	97.32
C-265	Source	63.65651	145	63305	5855.713	57449.29	0.04099001	7	90.75
C-352	Source	76.45592	145	14404	344.2556	14059.74	0.002409791	7	97.61
C-403	Source	70.91583	145	7211	36.055	7174.945	0.000252385	7	99.5
C-404	Source	81.76363	145	6024	136.7448	5887.255	0.000957214	7	97.73
C-534	Source	67.64103	145	1526	52.3418	1473.658	0.000366393	7	96.57
C-707	Source	94.69735	145	38244	1181.74	37062.26	0.008272183	7	96.91
C-735	Source	84.86794	145	3944.8	164.4982	3780.302	0.001151488	7	95.83
C-738	Source	84.93962	145	1456.8	1.34E+01	1443.397	9.38E-05	7	99.08
C-84	Source	77.52818	145	17201	529.7908	16671.21	0.003708538	7	96.92
C-92	Source	61.89837	145	51130	1436.753	49693.25	0.01005728	7	97.19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

ANEXO E
RESULTADOS AUMENTOS DE CAUDALES.

Tabla 35. Ganancia de barriles escenario actual optimizado.

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	58,47539	142,2106	67178,3	1812,602	65365,7	0,01268822	7	97,3018
Segundo Choke	Choke	50,49447	143,6148	3105,487	85,38239	3020,105	0,000597677	7	97,2506
O2	Junction	39,90818	141,9406	78615,47	2609,772	76005,7	0,01826842	7	96,68033
O3	Junction	49,66225	141,802	81713,82	2694,918	79018,9	0,01886444	7	96,702
P2	Junction	80,26823	140,9008	6710,07	94,30885	6615,761	0,000660162	7	98,59452
P3	Junction	84,49555	139,0684	6710,07	94,30885	6615,761	0,000660162	7	98,59452
P4	Junction	75,41867	141,1448	27822,91	690,0138	27132,9	0,0048301	7	97,51998
P5	Junction	73,88377	142,2271	49818,97	1367,492	48451,48	0,009572452	7	97,25508
P6	Junction	69,81133	141,9826	63080,42	1750,808	61329,62	0,01225567	7	97,22448
P7	Junction	71,76899	141,8189	63080,42	1750,808	61329,62	0,01225567	7	97,22448
P8	Junction	72,18551	142,2481	83539,44	2299,11	81240,33	0,01609378	7	97,24787
P9	Junction	66,87992	142,1849	98157,74	2648,487	95509,25	0,01853942	7	97,3018
U1	Junction	66,13201	142,1825	98157,74	2648,487	95509,25	0,01853942	7	97,3018
U11	Junction	52,04373	143,9868	257200,3	11355,53	245844,8	0,0794888	7	95,58495
U2	Junction	64,10215	143,2726	58548,98	1577,506	56971,47	0,01104255	7	97,30566
U3	Junction	59,40504	143,9989	111756,4	3072,635	108683,8	0,02150846	7	97,2506
U4	Junction	51,38944	143,6431	111756,4	3072,635	108683,8	0,02150846	7	97,2506
U5	Junction	66,7588	143,6904	155453,4	4297,722	151155,7	0,03008407	7	97,23536

U6	Junction	49,7133	143,8769	193668,8	5478,869	188189,9	0,03835211	7	97,17101
X1	Junction	77,11505	143,9624	7093,193	243,2965	6849,896	0,001703077	7	96,57
X2	Junction	78,67618	142,906	13261,45	383,316	12878,14	0,002683214	7	97,10955
Y2	Junction	75,42673	143,7061	14618,3	349,3775	14268,93	0,002445644	7	97,61
Z2	Junction	91,82076	144,0476	13355,33	556,9174	12798,42	0,003898424	7	95,83
Z3	Junction	90,10715	143,9761	13355,33	556,9174	12798,42	0,003898424	7	95,83
Z4	Junction	86,8002	143,7546	21112,84	595,7049	20517,14	0,004169937	7	97,17847
CPF_2	Sink	50,00005	143,9399	257200,3	11355,53	245844,8	0,0794888	7	95,58495
CPF-2	Sink	50,00005	140,4647	81713,82	2694,918	79018,9	0,01886444	7	96,702
C-104	Source	102,5041	145	46802,48	1310,469	45492,01	0,009173292	7	97,2
C-1052	Source	74,70005	145	11437,17	797,1708	10640	0,005580199	7	93,03
C-115	Source	89,20405	145	3193,745	61,95866	3131,787	0,000433711	7	98,06
C-17	Source	77,00005	145	27569,54	741,6207	26827,92	0,005191349	7	97,31
C-233	Source	77,40005	145	20459,01	548,3015	19910,71	0,003838113	7	97,32
C-265	Source	66,10005	145	63531,52	5876,666	57654,86	0,04113669	7	90,75
C-352	Source	86,00405	145	14618,3	349,3775	14268,93	0,002445644	7	97,61
C-403	Source	80,00005	145	7757,512	38,78756	7718,724	0,000271513	7	99,5
C-404	Source	91,20405	145	6168,261	140,0195	6028,242	0,000980137	7	97,73
C-534	Source	76,50005	145	7093,193	243,2965	6849,896	0,001703077	7	96,57
C-707	Source	97,00405	145	38304,91	1183,622	37121,29	0,008285357	7	96,91
C-735	Source	92,20405	145	13355,33	556,9174	12798,42	0,003898424	7	95,83
C-738	Source	94,10405	145	3516,325	32,35019	3483,975	0,000226452	7	99,08
C-84	Source	86,40405	145	21996,06	677,4785	21318,58	0,004742353	7	96,92
C-92	Source	73,00005	145	53207,41	1495,128	51712,29	0,01046591	7	97,19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.

Tabla 36. Ganancia de barriles escenario propuesto optimizado.

Nombre	Tipo	Presión de salida (Psig)	Temperatura salida (°F)	Flujo de líquido (STB/d)	Flujo de petróleo (STB/d)	Flujo de agua (STB/d)	Flujo de gas (mmscf/d)	GOR (SCF/STB)	BS&W (%)
Primer Choke	Choke	61,2151	143,4771	195576,2	5119,521	190456,6	0,03583667	7	97,38234
Segundo Choke	Choke	52,76177	143,1895	74534,45	2085,324	72449,13	0,01459728	7	97,2022
O2	Junction	42,34401	143,2792	204020,3	5708,08	198312,3	0,03995658	7	97,2022
O3	Junction	52,09879	143,1974	204020,3	5708,08	198312,3	0,03995658	7	97,2022
P2	Junction	74,74607	143,2494	15797,59	217,928	15579,66	0,001525497	7	98,6205
P3	Junction	78,41215	142,4453	15797,59	217,928	15579,66	0,001525497	7	98,6205
P4	Junction	68,72042	142,8047	49055,79	1022,354	48033,43	0,007156485	7	97,91594
P5	Junction	65,90609	143,4441	88532,55	2238,239	86294,32	0,01566768	7	97,47185
P6	Junction	60,09263	143,2665	109019,8	2836,774	106183	0,01985743	7	97,39793
P7	Junction	62,05218	143,1704	109019,8	2836,774	106183	0,01985743	7	97,39793
P8	Junction	62,46245	143,3269	136304,8	3568,014	132736,8	0,02497611	7	97,38233
P9	Junction	58,21936	143,2195	154100,8	3993,337	150107,4	0,02795337	7	97,40862
U1	Junction	57,47185	143,4793	195576,2	5119,521	190456,6	0,03583667	7	97,38234
U11	Junction	52,05147	143,9595	279122,9	12027,33	267095,6	0,08419135	7	95,69103
U2	Junction	55,64452	144,601	41495,09	1126,718	40368,37	0,007887033	7	97,28469
U3	Junction	50,95426	145,0238	64687,33	1817,714	62869,62	0,01272401	7	97,19
U4	Junction	49,21646	143,6467	130471,4	3657,153	126814,3	0,02560009	7	97,19697
U5	Junction	66,77115	143,6842	177264,4	4967,357	172297,1	0,03477152	7	97,19777
U6	Junction	49,7234	143,853	215607,6	6152,16	209455,4	0,04306515	7	97,14659
X1	Junction	71,89316	144,3806	11506,55	394,6745	11111,87	0,002762724	7	96,57
X2	Junction	72,28366	143,6633	20487,21	598,5357	19888,68	0,004189753	7	97,07849

Y2	Junction	67,97039	143,9704	17861,29	426,8849	17434,41	0,002988196	7	97,61
Z2	Junction	89,67405	144,2803	17467,07	728,377	16738,7	0,005098642	7	95,83
Z3	Junction	87,91856	144,2254	17387,88	725,0746	16662,81	0,005075526	7	95,83
Z4	Junction	84,34289	144,2206	33258,2	804,4262	32453,77	0,005630987	7	97,58127
CPF_2	Sink	50,00005	143,917	279122,9	12027,33	267095,6	0,08419135	7	95,69103
CPF-2	Sink	50,00005	142,3487	129485,9	3622,755	125863,1	0,0253593	7	97,2022
C-104	Source	102,5041	145	46793,02	1310,204	45482,81	0,009171437	7	97,2
C-1052	Source	74,70005	145	8444,176	588,5591	7855,617	0,004119916	7	93,03
C-115	Source	89,20405	145	7116,687	138,0637	6978,623	0,0009664467	7	98,06
C-17	Source	77,00005	145	32744,72	880,833	31863,89	0,006165835	7	97,31
C-233	Source	77,40005	145	27285,05	731,2394	26553,81	0,005118679	7	97,32
C-265	Source	66,10005	145	63515,33	5875,168	57640,16	0,0411262	7	90,75
C-352	Source	86,00405	145	17861,29	426,8849	17434,41	0,002988196	7	97,61
C-403	Source	80,00005	145	15870,31	79,35157	15790,96	0,0005554614	7	99,5
C-404	Source	91,20405	145	8980,668	203,8612	8776,806	0,001427029	7	97,73
C-534	Source	76,50005	145	11506,55	394,6745	11111,87	0,002762724	7	96,57
C-707	Source	97,00405	145	38343,14	1184,803	37158,34	0,008293627	7	96,91
C-735	Source	92,20405	145	17467,07	728,377	16738,7	0,005098642	7	95,83
C-738	Source	94,10405	145	8680,906	79,86433	8601,041	0,0005590507	7	99,08
C-84	Source	86,40405	145	39476,77	1215,884	38260,88	0,008511196	7	96,92
C-92	Source	73,00005	145	64687,33	1817,714	62869,62	0,01272401	7	97,19

Fuente: Simulador especializado en análisis nodal.