

APLICACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO DE GNC
UTILIZANDO METODOS DE PRONOSTICOS EN UNA EMPRESA
COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE GAS NATURAL

JUAN DAVID MORENO BOHÓRQUEZ

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2018

APLICACIÓN DE UN MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO DE GNC
UTILIZANDO METODOS DE PRONOSTICOS EN UNA EMPRESA
COMERCIALIZADORA Y DISTRIBUIDORA DE GAS NATURAL

JUAN DAVID MORENO BOHÓRQUEZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director
IVAN PEÑA

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2018

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	10
CAPITULO I.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. ANTECEDENTES.....	11
1.2. DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	14
1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	19
2. OBJETIVOS.....	20
2.1. Objetivo General:.....	20
2.2. Objetivos específicos:.....	20
CAPITULO II.....	21
3. MARCO TEÓRICO.....	21
4. MARCO CONCEPTUAL.....	36
CAPITULO III.....	39
5. METODOLOGIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	39
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
5.2. PANORAMA DEL PROCEDIMIENTO DE CONTROL Y PROGRAMACION DE CARGUES DE GNC.....	39
5.2.1. <i>Identificación y reconocimiento de las variables que intervienen en el proceso de control de inventario y programación de cargues de GNC</i>	39
5.2.1.1. <i>EDS y equipos disponibles para el transporte y distribución de GNC:</i>	41
5.2.2. <i>Descripción del procedimiento de programación de cargues de GNC:</i>	42
5.2.3. <i>Diagnóstico:</i>	43

5.2.3.1. Ausencia de un sistema de gestión y control de inventario con demanda variable y estacional:	43
5.2.3. <i>CALCULO DE EFICIENCIA DE CONSUMO DE GAS CONTENIDO EN CADA MODULO Y NUMERO DE ACTIVACIONES DE MODULOS DE RESPALDO:</i>	52
5.2.3.2. Ausencia de un procedimiento para calcular la duración del volumen de gas de cada cargue y parámetros de control en la desconexión de módulos:	54
6. EVALUACION Y DESARROLLO DE UN MECANISMO DE CONTROL FIABLE DE MEDICION DE GNC	56
7. ANALISIS Y SELECCIÓN DEL MODELO DE SISTEMA DE GESTION DE INVENTARIO DE GNC.....	77
7.1. Análisis de la demanda:	77
7.2. Recolección de datos:	82
7.3. Ingreso y filtración de datos:	84
7.4. Análisis de los datos:	85
7.5. Cálculo pronóstico:.....	86
8. PLANTEAMIENTO DEL PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE GNC DISPONIBLE TENIENDO EN CUENTA LA FLUCTUACION DEL GAS NATURAL A LA TEMPERATURA Y CONSUMO	91
9. PLANTEAMIENTO DEL PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA FECHA Y HORA DE DESCONEXION DE LOS MODULOS	98
CAPITULO IV	102
10. IMPLEMENTACION, RESULTADOS Y DISCUSION	102
10.1. Implementación:	102
10.2. Desconexión y cambio de módulos:.....	103

CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES	110
BIBLIOGRAFIA.....	111
ANEXOS.....	114

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución consumo de energía primaria en Colombia 2012	12
Figura 2. Reservas de gas natural 2012 – 2014 Colombia.....	13
Fuente: Ecopetrol-ANH	13
Figura 3. Imagen tomada de UPME, con base de datos de concentra, CON-Gas, Ecopetrol y DANE, 2015.....	14
Figura 4. Cadena del gas natural	15
Figura 5. Comportamiento de la demanda de gas natural en la City Gate A.....	29
Figura 6. Desconexión de módulos principales y de respaldo en City Gate A.....	44
Figura 7. Desconexión de módulos principales en City Gate A	44
Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD.....	44
Figura 8. Desconexión de módulos principales en City Gate B	45
Figura 9. Desconexión y activación de módulos en City Gate C.....	46
Figura 10. Desconexión de módulos principales en City Gate C	47
Figura 11. Desconexión y activación de módulos de respaldo en la City Gate D	48
Figura 12. Desconexión de módulos principales en la City Gate D	49
Figura 13. Desconexión de módulos en City Gate E	50
Figura 14. Desconexión de módulos principales City Gate E	51
Figura 15. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate A en horas de alto consumo	59
Figura 16. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en City Gate A en horas de alto consumo.....	59
Figura 17. Comportamiento de la temperatura de los módulos principales en horas de alto consumo City Gate A.....	60
Figura 18. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate A en horas de bajo consumo ...	62
Figura 19. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en City Gate A en horas de bajo consumo	63
Figura 20. Comportamiento de la temperatura en los módulos principales en horas de bajo consumo City Gate A	64

Figura 21. Comportamiento de la presión vs el volumen en horas de alto, promedio y bajo consumo en la City Gate A	65
Figura 22. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate B en horas de alto consumo	67
Figura 23. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en la City Gate B en horas de alto consumo	67
Figura 24. Comportamiento de la temperatura de los módulos principales en horas de alto consumo City Gate B	68
Figura 25. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate B en horas de bajo consumo....	70
Figura 26. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en City Gate B en horas de bajo consumo	71
Figura 27. Comportamiento de la temperatura en los módulos principales en horas de bajo consumo City Gate B	72
Figura 28. Comportamiento de la presión vs el volumen en horas de alto, promedio y bajo consumo en la City Gate B.....	73
Figura 29. Comparación entre diagramas PV promedios obtenidos VS diagrama PV entregado al CCD por el fabricante.....	75
Figura 30. Comportamiento de consumo horario entregado por día en la City Gate A ..	77
Figura 31. Comportamiento de consumo horario entregado por día en la City Gate B...	78
Figura 32. Comportamiento de demanda semanal en la City Gate A.....	79
Figura 33. Comportamiento de demanda semanal en la City Gate B	79
Figura 34. Imagen estructura y apariencia base de datos de las City Gate en estudio exportada desde el SCADA	83
Figura 35. Imagen Tabla de registro de datos exportados del SCADA	84
Figura 36. Cuadro para ingreso de datos.....	85
Figura 37. Imagen análisis de componentes sistemáticos de la demanda de una City Gate	86
Figura 38. Imagen cálculo de pronósticos de los modelos aditivo y multiplicativo del método de Holt- Winters.....	87
Figura 39. Comparación resultados modelo aditivo y multiplicativo del método de pronósticos de Holt-Winters con demanda de GNC acumulada por día	88

Figura 40. Comparación resultados modelo aditivo y multiplicativo del método de pronósticos de Holt-Winters con demanda de GNC instantánea.....	88
Figura 41. Uso de interpolación de newton para calcular el gas natural disponible en la City Gate A	93
Figura 42. Uso de interpolación de newton para calcular el gas natural contenido en los módulos de acuerdo con el dato de presión de desconexión en la City Gate A.....	94
Figura 43. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar la presión de registro en la City Gate A	95
Figura 44. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar el volumen de gas natural consumido en la City Gate A	95
Figura 45. Imagen tabla de control del comportamiento del GNC conforme disminuye la disponibilidad del gas natural en los módulos en la City Gate A	96
Figura 46. Ejemplo ilustrativo para el cálculo de la hora de desconexión.....	98
Figura 47. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar el volumen de gas natural consumido hasta la hora de consulta en la City Gate A.....	99
Figura 48. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar las horas disponibles para consumo de gas natural.....	100
Figura 49. Tabla de Control de operaciones de la City Gate A	103
Figura 50. Resultados desconexión módulos principales City Gate A	103
Figura 51. Comparación resultados desconexión módulos principales City Gate A frente a los datos inmediatamente anteriores.....	104
Figura 52. Comparación resultados número de cargues solicitados por mes antes y después.....	106
Figura 53. Comparación Demanda real y demanda pronosticada mediante el método de Holt – Winters Multiplicativo	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Métodos para medir el error de los pronósticos.....	33
Tabla 2. Parámetros de control en las etapas de compresión y descompresión del gas natural.....	40
Tabla 3. Parámetros de control en la etapa de inventario de GNC	41
Tabla 4. Equipos propios de la empresa distribuidora de gas natural para el transporte y distribución de GNC	42
Tabla 5. Resumen Eficiencia de consumo de gas natural por estación.....	54
Tabla 6. Datos tomados a partir de una gráfica de relación entre el volumen y la presión del gas natural proporcionada por el fabricante de los módulos.....	57
Tabla 7. Comportamiento promedio de variables en los módulos de la City Gate A.....	58
Tabla 8. Comportamiento promedio de variables en horas de bajo consumo en los módulos de la City Gate A	62
Tabla 9. Comportamiento promedio de variables en los módulos de la City Gate B	66
Tabla 10. Comportamiento promedio de variables en horas de bajo consumo en los módulos de la City Gate B	70
Tabla 11. Datos de los valores promedio de diagramas PV obtenidos, datos del diagrama PV proporcionado por el fabricante y valores estadísticos	74
Tabla 12. Cálculo de las mediciones del error de pronóstico para ambos modelos bajo estudio	89
Tabla 13. Comparación resultados antes y después de la implementación del modelo de gestión de inventario de GNC	105
Tabla 14. Comparación presión y volumen no consumido teóricamente antes y después de la implementación del modelo de gestión de inventario de GNC.....	105
Tabla 15. Cálculo de las mediciones del error de pronóstico del método de Holt – Winters implementado en el modelo de gestión de inventario de GNC.....	107
Tabla 16. Tabla con los resultados comparativos	108

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1: Descripción del procedimiento de programación de cargues de GNC antes utilizado.....	114
ANEXO 2: Tablas de control de operaciones de las estaciones con GNC durante el primer semestre de 2016	117

INTRODUCCION

Los inventarios y su administración en cualquier tipo de compañía son cruciales para mitigar las fluctuaciones que presente la demanda, al igual que para elevar su nivel de servicio, por lo que esto toma mayor relevancia cuando la empresa se encuentra en el sector energético conociendo la importancia de este para la vida cotidiana.

El gas natural es un insumo importante tanto a nivel residencial como comercial, su consumo es parte importante de la economía Colombiana, su distribución está restringida y depende de muchas variables físicas, en consecuencia de ello, es vital conocer que factores afectan su comportamiento y como se pueden controlar, al igual que prever la demanda y su comportamiento con respecto a ella.

La aplicación de un modelo de gestión de inventarios es el método más utilizado en la industria y éste depende de la naturaleza de la demanda y su patrón de comportamiento, lo que implica hacer un análisis exhaustivo de los datos históricos que ésta presenta. Los métodos de pronósticos permiten predecir la demanda en un lapso de tiempo predeterminado con cierta confiabilidad y dependen del nivel de aleatoriedad e incertidumbre de ésta, por lo que el análisis de la demanda se convierte en un factor clave para determinar la factibilidad del uso de estos métodos.

En este trabajo se presenta un modelo de control de inventario de gas natural comprimido o también denominado GNC, el cual parte desde el análisis de su comportamiento y la identificación de sus variables físicas principales que lo rigen, hasta la construcción de un modelo que articula pronósticos de demanda con el sistema de control de inventario.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.ANTECEDENTES

Como es bien sabido, el mundo vive una época de derroche y consumo excesivo de recursos naturales, siendo un importante escenario de consumo masivo el sector energético, es así como las estrategias de eficiencia de consumo y aprovechamiento al máximo de los recursos, se convierten en un factor clave para mitigar el declive de las fuentes de energía, principalmente la de combustibles fósiles.

Al 2035 el mundo estará consumiendo un tercio más de la energía que consume actualmente. La demanda eléctrica aumentará en dos terceras partes. El centro de gravedad del consumo energético cambiará a países como China, India y Brasil. Entre los tres acumularán más del 90% del crecimiento de la demanda. Mil millones de personas no tendrán acceso a la electricidad, y 2700 millones no tendrán acceso a combustibles limpios para cocción y calentamiento, principalmente en Asia y África sub-sahariana. (IEA, World Energy Outlook 2013).

Colombia no se queda atrás en esta situación, a pesar que el sector energético nacional ha presentado avances significativos en la última década, según la unidad de planeación minero energética (UPME), el país solamente suplirá su demanda interna de gas natural proyectada conforme su ideario a 2050 (UPME, 2015) hasta noviembre de 2023, contemplando no solo la producción nacional sino también la importación del combustible desde Venezuela. Para contextualizar aún más lo anterior, las reservas de gas natural en Colombia para el año 2014 eran de 5.91 Giga pies cúbicos (GPC), presentando una reducción del 8% con respecto al año inmediatamente anterior que presentó valores totales de 6.40 GPC, no siendo mejor esta cifra, dado que está 8% por debajo de lo registrado en el año 2012 (ver figura 1). De igual forma, la crisis presentada durante estos años en la actividad comercial de los hidrocarburos, se vio reflejada en las actividades de exploración y explotación en el país, dado que mientras los precios de los combustibles decrecía, los costos de los proyectos aumentaban (UNIDAD DE PLANEACION MINERO ENERGETICA; 2015).

De acuerdo con el balance energético 2012, para el país, el gas natural es una de las principales fuentes energéticas, representando para este año el 20.5% del consumo neto de energía primaria y secundaria, haciéndolo la tercera fuente energética más importante después del petróleo y la electricidad, teniendo en cuenta que el sector termoeléctrico

también es uno de los grandes consumidores de gas natural durante su actividad productiva.

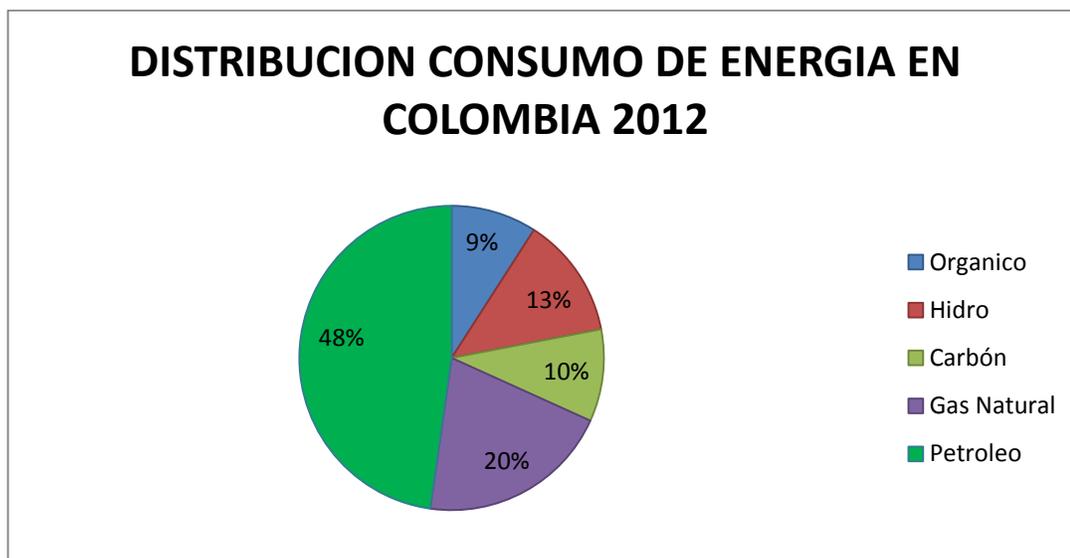


Figura 1. Distribución consumo de energía primaria en Colombia 2012

Fuente: Base de datos SIPG – UPME 2014

En contraste a las cifras de reservas de gas natural tenemos la demanda que posee Colombia, la cual se divide en cinco grandes sectores según la unidad de planeación minero energética (2015):

- Sector residencial: Según el ministerio de minas y energía, en Colombia se cuenta con la cobertura del servicio de gas natural a 7.9 millones de hogares y se tiene proyectado un aumento de 3.2% anual promedio.
- Sector comercial: La proyección de demanda de gas natural en este sector para los años 2015 a 2029, es de un incremento del 2.48% anual promedio
- Sector petroquímico: Para este sector no se prevé cambios significativos en el consumo de gas natural, dado que no se contemplan nuevos proyectos industriales que logren modificar el comportamiento actual observado
- Sector Industrial: Para este sector se tiene pronosticado un incremento medio anual de 2.3% a partir del año 2015, teniendo en cuenta como factores de estudio el crecimiento de la población y la fluctuación económica del país.
- Sector transporte vehicular: Al ser el gas natural una alternativa viable para reemplazar los combustibles con alto grado de contaminación, además de su bajo costo en el mercado actual, lo hacen aún más atractivo para incrementar su

consumo, por lo cual se tiene pronosticado por la unidad de planeación minero energética un crecimiento de 3.2% medio anual con un intervalo de confianza del 95%.

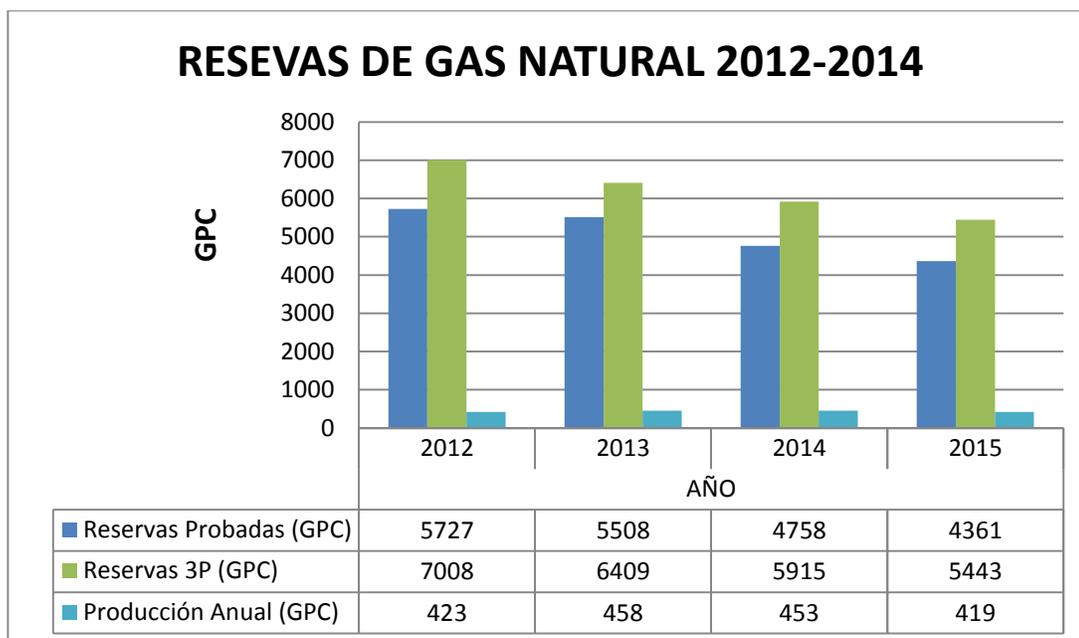


Figura 2. Reservas de gas natural 2012 – 2014 Colombia.

Fuente: Ecopetrol-ANH

ESCENARIOS DE DEMANDA NACIONAL

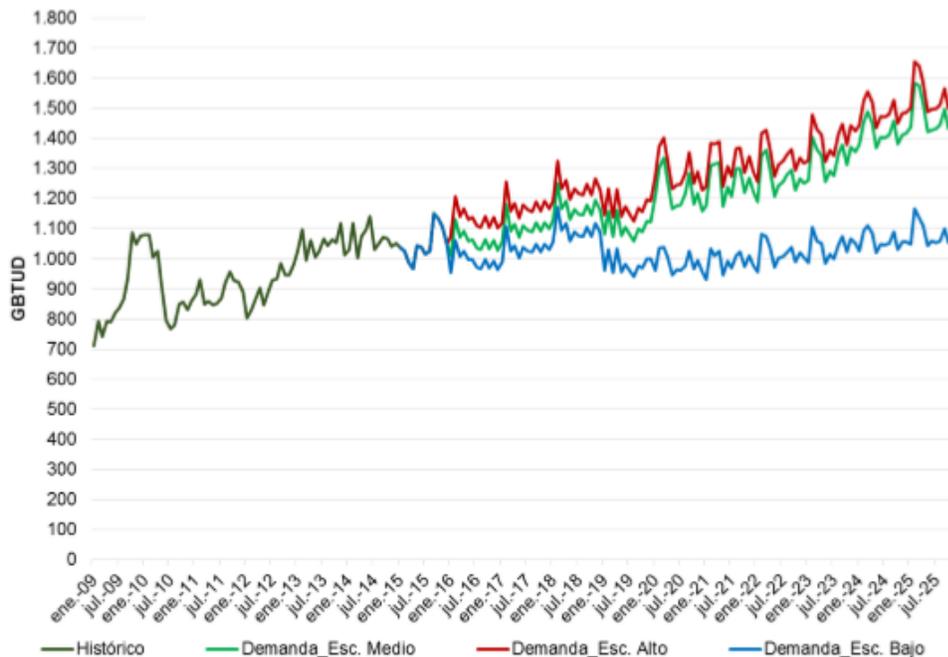


Figura 3. Imagen tomada de UPME, con base de datos de concentra, CON-Gas, Ecopetrol y DANE, 2015.

1.2.DELIMITACION DEL PROBLEMA

El gas natural es un combustible compuesto por un conjunto de hidrocarburos livianos, siendo su principal componente el metano (CH₄). De acuerdo con Herrán (2008), existe una gran semejanza entre el proceso de producción del gas natural y la del petróleo. De manera breve, el proceso de producción del gas natural es el siguiente:

Primero, el gas natural se extrae por medio de perforaciones en pozos terrestres o en los océanos tras haber comprobado previamente mediante una etapa de exploración que el yacimiento es rentable. Tras su extracción, pasa a una planta de depurado y transformación en donde el gas es procesado para adaptarlo a las necesidades de consumo. Una vez procesado, éste es conducido hasta las zonas de almacenamiento, en donde el gas permanece como reserva que puede suplir futuras

fluctuaciones en la demanda, o hacia una red de distribución que transporta el gas hasta los consumidores finales. (Herrán, 2008, p. 21- 22).

La cadena del gas natural presentada por Herrán (2008), se muestra así:

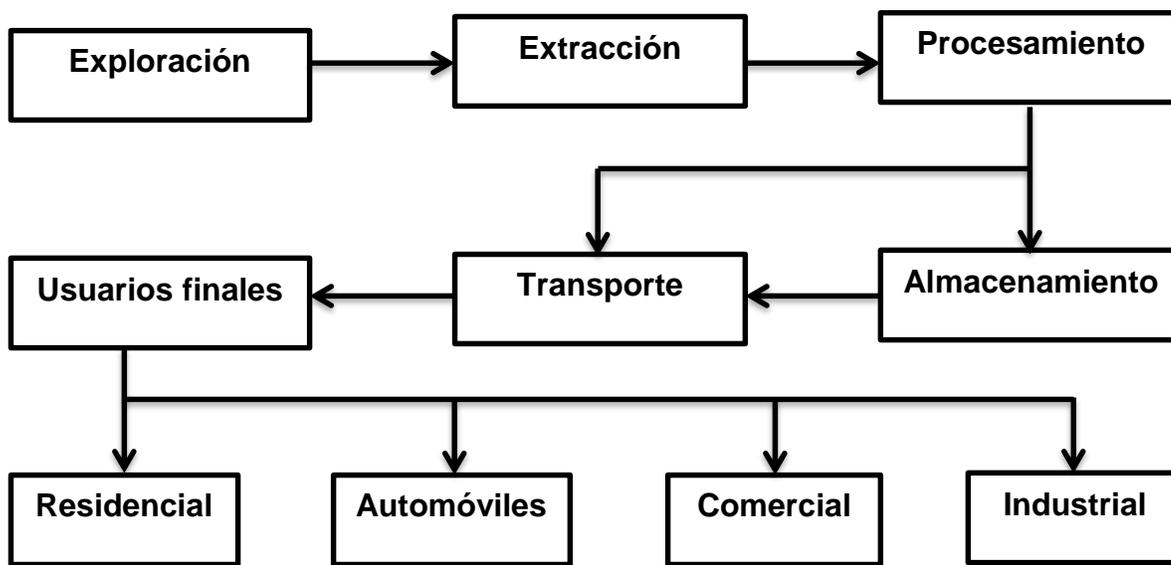


Figura 4. Cadena del gas natural

Fuente: Herrán, G., Alberto. (2008). MODELADO, PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE GAS Y DERIVADOS DEL PETRÓLEO, 10.

En este orden de ideas, el proceso de gas natural desde su inicio hasta su consumo final consta de cuatro tipos de actividades diferentes que pueden ser desarrolladas por una o más empresas. Dichas actividades en concreto son:

- Producción
- Transporte
- Comercialización
- Distribución

En ocasiones, la empresa que efectúa la distribución del gas natural es quien realiza la actividad de comercialización al mismo tiempo. Este es el caso de una empresa distribuidora y comercializadora de gas natural, que por cuestiones de confidencialidad

no se mencionará su nombre comercial, la cual suministra este producto de manera singular del resto de sus clientes a (5) poblaciones diferentes referenciadas como A, B, C, D y E. Este método de abastecimiento posee componentes logísticos que generan un mayor valor agregado a la empresa directamente, por lo que será analizado de forma individual para cada población con el fin de analizar la eficiencia de su principal componente logístico, el inventario, por lo que se evaluará el método de control actualmente utilizado y se propondrá una solución alternativa.

En el caso de las poblaciones en cuestión, es utilizado un sistema de transporte compuesto por módulos contenedores para gas natural comprimido en adelante GNC, dado que por razones técnicas o económicas no resulta viable la construcción de una línea de transporte terrestre, destinada a redes de distribución para clientes residenciales, comerciales e industrias.

De acuerdo a la CREG – 048 de 2004, el GNC requiere de las siguientes etapas:

- **La compresión:** se toma el gas natural de un gasoducto de transporte y mediante compresores se aumenta la presión del gas que se deposita en los cilindros o tanques diseñados para el caso. La presión máxima utilizada para el gas comprimido es de 3600 psig (250 bares aproximadamente).
- **El transporte y almacenamiento:** los cilindros o tanques se transportan en vehículos por carretera.
- **La descompresión:** utilizando válvulas para expandir el gas se reduce la presión y se inyecta el gas a las redes de distribución para llevarlo a los usuarios finales.

Por lo anterior, el área encargada de programar la distribución de GNC a las estaciones de descompresión de las poblaciones bajo estudio, es el Centro de Control y Distribución, en adelante CCD, de la empresa distribuidora de gas natural, más específicamente, el operador técnico del sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) de turno es el responsable de controlar el inventario de GNC contenido en los módulos principales de cada estación y programar su cambio, y posterior recargue

en los puestos de compresión que se encuentran en la estación de servicio (EDS) 1 y 2, nombradas así por cuestiones de confidencialidad.

El horario de solicitud de transporte de los módulos debe realizarse dentro de las 05:00 am a las 05:00 pm, dado que el coordinador logístico de la empresa contratista, solo recibe las solicitudes durante estas horas.

En cada estación de descompresión existe un sistema de medición para las diferentes variables que intervienen en el proceso como lo son la temperatura, las presiones de entrada, intermedia y de salida, el flujo registrado instantáneamente, el volumen acumulado horario consumido, entre otras. Todos estos registros de mediciones son guardados en bases de datos y enviados al CCD a través del sistema SCADA, para informar y mantener monitoreados los parámetros de control de cada variable y así evitar posibles eventualidades y/o contingencias que puedan ocurrir durante la operativa de la estación, en otras palabras, garantizar la continuidad y seguridad en el servicio de gas natural.

El transporte de los módulos de GNC desde la EDS hasta la estación de descompresión y viceversa es realizado por una empresa contratista, la cual cobra por fletes y cada uno de ellos depende del tráiler a llevar y de la distancia a recorrer, por ende si no se cuenta con un control óptimo de inventario, los costos del transporte de GNC pueden repercutir en una baja rentabilidad en estas poblaciones para la empresa involucrada.

En el proceso de control de inventario de GNC se utilizan las variables de presión de entrada y volumen acumulado. El volumen de gas contenido en cada cargue de módulos es calculado a través de la presión registrada en los cilindros. Sin embargo, el sistema de control del inventario de GNC utilizado se basa en un método empírico para calcular la estimación de la duración del contenido de GNC hasta el parámetro mínimo de presión establecido por el jefe de operaciones (30 bares).

El método consiste en medir el consumo de gas natural el día similar de la semana anterior y suponer que su consumo será el mismo, desaprovechando la información adicional que pueda contener los datos registrados en la base de datos, por lo que en el proceso de desconexión y cambio de módulos principales se tiene una considerable variabilidad en la presión de desconexión, generando excedentes de gas natural, el cual sufre un reproceso siendo llevado nuevamente a la EDS para ser presurizado junto con el cargue del día, lo que hace que se incurra en mayores costos de transporte a largo plazo para la empresa.

De igual forma, al tener ésta variabilidad en la presión de desconexión de los módulos principales, en ocasiones se incurre en la activación innecesaria de los módulos de respaldo para aquellos casos en donde la presión registrada se aproxima o cae por debajo de la presión mínima (30 bares), teniendo en cuenta que como su nombre lo indica, los módulos de respaldo solo deben ser activados cuando se presenten eventualidades o en casos de emergencia, no en la operativa normal del sistema.

Por otro lado, debido a las diferentes restricciones exógenas que posee el modelo de transporte y distribución utilizado, como por ejemplo las restricciones viales que tienen los tracto camiones para entrar a las poblaciones, la disponibilidad del compresor que posee la EDS para este tipo de cargues y el horario de atención del coordinador logístico para las solicitudes de transporte, hacen que el sistema de control de inventarios deba ser dinámico y con un tiempo de respuesta rápido.

La demanda de gas natural presenta fluctuaciones y patrones de comportamiento medibles con un buen rango de confiabilidad, al igual que el comportamiento del GNC en cada estación; sin embargo, los procesos propios para el cambio de módulos (recargue en la EDS y coordinación de camiones) llevan bastante tiempo y se deben ejecutar con anterioridad teniendo en cuenta las restricciones vehiculares y de seguridad que hayan lugar, por lo que no basta con tener solo un sistema de control de inventario para optimizar el proceso de programación, es decir, lo mejor en este caso es diseñar un modelo de sistema de control de inventario determinístico teniendo como insumo un

método de pronóstico, de esta manera se puede predecir la demanda y se pueden tomar acciones con antelación, con el fin de buscar el equilibrio entre cumplir el nivel de servicio requerido y minimizar los costos totales de esta operación.

1.3.FORMULACION DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo anteriormente planteado, podemos establecer la siguiente pregunta como elemento fundamental para el desarrollo de este trabajo:

¿Cuál es el modelo de control de inventarios que mejor se adapta al tipo de demanda y comportamiento del GNC en la estación A y que método de pronóstico se debe utilizar como insumo?

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General:

Aplicar un sistema de control de inventario de GNC que articule un método de pronóstico de demanda en la estación A.

2.2.Objetivos específicos:

- Construir diagramas de Presión – Volumen, en adelante PV, de los módulos de almacenamiento de GNC que se encuentran en la estación A y obtener un polinomio que modele su comportamiento.
- Establecer un método de pronóstico que se adapte al comportamiento de la demanda de la estación A.
- Generar un aplicativo de control de inventario en Excel donde se pueda integrar el método de pronóstico seleccionado junto con el registro de existencias de gas natural para mejorar el nivel de servicio e incrementar la eficiencia en el consumo de gas natural.

CAPITULO II

3. MARCO TEÓRICO

Según Wadud et al (2011), la energía es un insumo crítico para el crecimiento de cualquier economía, por lo tanto, la generación de sistemas y modelos matemáticos que ayuden a pronosticar la demanda de un cierto periodo futuro, es una área que ha crecido y que ha tomado mayor fuerza en los últimos años. Cada uno de estos métodos se enfoca de manera diferente, ya sea subjetivo basándose en la experiencia y sistemas psicosociales, o métodos objetivos basados en modelos numéricos con patrones calculables.

Los inventarios son uno de los métodos más conocidos para mitigar los cambios drásticos de la demanda; su administración en el campo laboral es un proceso crucial para el cumplimiento de los objetivos de toda empresa, por tal motivo es un tema de mucha responsabilidad y cuidado para los gerentes de las compañías, dado que se debe planificar, organizar y controlar el inventario con el fin de lograr una mayor competitividad en el mercado. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2008).

De acuerdo con Ballou (2004), las principales ventajas de mantener inventarios son las siguientes:

- Mejorar el servicio al cliente: Los inventarios brindan un nivel de disponibilidad de productos o servicios, que satisfacen de manera rápida la demanda de los clientes, por lo que pueden generar una mayor confianza y un alto grado de lealtad y se puede ver reflejado en el aumento de las ventas.
- Reducir costos: A pesar que mantener inventarios genera un costo asociado, estos pueden disminuir diversos costos por otras actividades de la empresa, tales como los de producción, por medio de la generación de pedidos de grandes volúmenes aprovechando descuentos y precios actuales más bajos. De igual forma, se pueden reducir los costos operacionales con la disponibilidad de

productos y/o materias primas, en caso de que la producción planeada este desacoplada de la demanda real observada. Por otro lado, los inventarios reducen también las probabilidades de desabastecimiento en situaciones inesperadas que puedan afectar el funcionamiento normal de la planta, tales como huelgas, desastres naturales, retrasos en la recepción de suministros, etc.

De igual forma, Ballou (2004) plantea también algunas desventajas de mantener inventarios, tales como:

- Absorción de gran parte del capital sin generar un valor agregado a los productos. Los inventarios son vistos en ocasiones como pérdidas ya que el capital invertido se podría utilizar de diversas formas para mejorar diferentes aspectos de la empresa.
- Encubrimiento de problemas de calidad, los cuales pueden permanecer ocultos y tardar mucho tiempo en ser corregidos.
- Reducción de gestión de estrategias para mejorar y optimizar el sistema integrado de la cadena de suministro, a causa del aislamiento de cada una de las áreas que la conforman.

Para Vidal (2005), una de las principales dificultades que se presentan en los inventarios, es el manejo de su gestión: *“Siempre tenemos demasiado de lo que no se vende o consume, y muchos agotados de lo que sí se vende o consume”*. Asumiendo que los principales objetivos de la administración de inventarios son mejorar el nivel del servicio al cliente y disminuir sus costos operacionales, conlleva a la formulación de las siguientes preguntas según Vidal (2005):

- ¿Cada cuánto debe revisarse el nivel del inventario?
- ¿Qué cantidad de producto se debe ordenar?
- ¿Cuándo se debe ordenar?

Para contestar las anteriores preguntas debemos profundizar aún más la problemática y entender las principales razones de contar con un modelo de control de inventario

apropiado para nuestro caso. Una justificación de mantener inventario en cualquier empresa se puede basar en el error inherente entre la demanda real y la producción planeada o el abastecimiento de los productos solicitados; asimismo, la aleatoriedad y la variabilidad tanto de la demanda como en los tiempos de reposición, son motivos para conservar inventarios eficientes y disponibles en las empresas (VIDAL; LONDOÑO; CONTRERAS, 2011).

Para Vidal; Londoño; Contreras (2011), las tácticas que comúnmente son utilizadas por las empresas para controlar las fluctuaciones anteriormente mencionadas son la optimización en la disposición y características de la información, la disponibilidad de inventarios en caso de riesgos o también llamados inventarios de seguridad, y la cooperación entre los entes que intervienen en la cadena de abastecimiento.

En nuestro caso en general, primero, la calidad de la información del inventario de GNC en cada una de las estaciones es bastante bueno, dado que estas se encuentran monitoreadas a través del sistema SCADA las veinticuatro (24) horas del día, de igual forma, se tiene una mayor prioridad con su mantenimiento ya sea relacionado con el sistema de telemetría en la comunicación de datos o en la parte técnica del sistema de descompresión; en segunda instancia, la colaboración en la cadena de abastecimiento es apropiada, teniendo en cuenta que el CCD es el ente responsable de controlar todas las partes que intervienen durante este proceso, por lo cual podemos afirmar que la mejor alternativa en nuestro caso es la aplicación de sistemas eficientes de control de inventarios para responder con el problema propuesto.

En la actualidad existen diversos métodos de gestión y control de inventarios que se adecuan con el comportamiento de los datos. Estos sistemas para la administración de inventarios se agrupan principalmente en dos (2) categorías dependiendo la variabilidad de la demanda, las cuales son sistemas de tipo determinístico o probabilístico.

Los sistemas de control de inventario de tipo determinístico se utilizan principalmente cuando se contempla una demanda ya sea aproximadamente constante o variable en el tiempo, pero conocida con certeza.

Por lo anterior, de acuerdo con Vidal (2005), para los inventarios con demanda aproximadamente constante es utilizado principalmente el modelo de tamaño económico de pedido o más conocido como EOQ (*“Economic Order Quantity”*), el cuál funciona conforme a las siguientes suposiciones planteadas por Vidal:

- Se conoce con un alto nivel de certidumbre el comportamiento de la demanda, de igual forma dicho comportamiento no varía con el tiempo.
- Las rebajas por precios de compra y/o transporte no son tenidos en cuenta.
- La suma de los pedidos puede ser un número fraccionario.
- Los costos permanecen estables a través del tiempo o no fluctúan de manera considerada.
- Los productos son administrados de forma autónoma, su tasa de reposición es infinita, los tiempos de reposición son nulos y se asume que la cantidad ordenada en cada pedido será obtenida completamente.
- Las órdenes de pedido son cumplidas en su totalidad.

Así mismo, Vidal (2005) menciona que para aquellos escenarios en donde la demanda varía con el tiempo aunque conocida con exactitud, se pueden establecer los siguientes tres métodos como forma de abordar este tipo problema:

- En caso de que el comportamiento de la demanda no fluctuó de manera considerada, es posible usar la cantidad óptima de pedido (EOQ) para los pedidos, tomando el valor de la demanda como el promedio de esta durante el tiempo de planeación.
- Para obtener soluciones óptimas son usados principalmente modelos matemáticos, tales como el método de Wagner- Within o modelos de

programación lineal entera – mixta, los cuales tienen en cuenta otros costos inherentes a los inventarios.

- Implementación de métodos sencillos y de baja complejidad tales como heurísticas o meta heurísticas establecidas y reconocidas para estos casos en especial.

Por otro lado, los sistemas de control de inventario probabilísticos consideran las fluctuaciones aleatorias en la demanda y en los tiempos de suministro. De acuerdo con Vidal (2005), para este tipo de sistema se utilizan principalmente las siguientes técnicas de control teniendo en cuenta la notación a continuación mencionada:

s = Punto de reorden, es decir, es la cantidad mínima de existencias por la cual se debe generar una orden de pedido.

Q = Cantidad de producto a solicitar en la orden de pedido.

S = Nivel máximo de existencias que se pueden almacenar y se debe tener en cuenta para la nueva orden de pedido.

- Sistema (s, Q): Sistema de control continuo con una cantidad fija de pedido. Si el inventario efectivo registra una cantidad igual o menor al punto de reorden s , se debe pedir una nueva orden de pedido siempre de Q unidades.
- Sistema (s, S): Sistema de control continuo con una cantidad variable de pedido de tal modo que el inventario alcance su nivel máximo. Si el inventario efectivo registra una cantidad igual o menor al punto de reorden s , se debe pedir una nueva orden de pedido con el número de unidades faltantes para que el inventario llegue a su nivel máximo S .
- Sistema (R, S): Sistema de control periódico con una cantidad variable de pedido de tal modo que el inventario alcance su nivel máximo. Este método consiste en que cada R unidades de tiempo se debe revisar el inventario efectivo y se realiza una orden de pedido con el número de unidades faltantes para que el inventario llegue a su nivel máximo S .

- Sistema (R, s, S): Sistema de control que combina los principios de los sistemas (s, S) y (R, S). Se basa en la revisión periódica del inventario cada R unidades tiempo, por lo cual si este presenta una cantidad menor o igual al punto de reorden s, se debe realizar un nuevo pedido con las unidades faltantes para que el inventario alcance su nivel máximo S, sino es así, se deja el inventario tal cual como se encuentra hasta su próxima revisión.

En complemento a lo expuesto anteriormente, Vidal (2005) menciona que para mejorar el nivel de servicio prestado y optimizar la toma de decisiones en inventarios, el tiempo de reposición o “Lead Time” es un factor de relevancia, teniendo en cuenta que la demanda no se detiene durante este periodo y que el inventario se encuentra relativamente bajo en el punto de reorden, por lo que puede ocurrir un desabastecimiento del producto. Así mismo, el tipo de demanda, en nuestro caso independiente dado que es generada por entes externos a la empresa, y el patrón que sigue la demanda, son aspectos importantes para el diseño de un sistema de control de inventarios eficiente.

Los tiempos de reposición o “Lead Time”, normalmente se consideran constantes en los sistemas de inventarios, aunque en la realidad esto pocas veces sucede. Por tanto, hay dos formas de considerar las fluctuaciones de los tiempos de reposición según Vidal (2005); en la primera forma, se asume que la demanda y los tiempos de reposición se encuentran correlacionados, por lo cual es necesario medir la demanda real en cada tiempo de reposición con el fin de estimar la demanda que se pueda presentar durante este periodo y su desviación. La segunda forma, es considerar que tanto la tasa de demanda como los tiempos de reposición son variables aleatorias independientes.

Para el desarrollo de este trabajo, asumiremos que las variables de tiempo de reposición y la tasa de demanda son independientes, dado que el consumo de gas natural no está relacionado con el volumen de carga que se le pueda presentar a la empresa transportadora, de igual manera, la empresa transportadora mantiene siempre disponibilidad de vehículos para este contrato.

Comúnmente en los sistemas de gestión y control de inventarios, la aleatoriedad de la demanda es ignorada y es manejada de manera empírica o en algunos casos de forma estocástica. Sin embargo, de acuerdo con Gutiérrez; Vidal (2007), dicha aleatoriedad puede ser controlada aplicando métodos de pronósticos a los sistemas de inventarios.

“Los pronósticos de la demanda futura son esenciales para tomar decisiones sobre la cadena de abastecimiento” (CHOPRA; MEINDL, 2008, p. 187). Los pronósticos ayudan a predecir los sucesos o eventos que puedan ocurrir en el futuro, de esta manera las empresas logran planificar mejor sus estrategias y tienen una base para enfocar mejor sus objetivos y meta. El propósito de los pronósticos depende del área en donde se implemente, por tanto en nuestro caso, “Operaciones necesita pronósticos para planear los niveles de producción, compras de servicios y materiales, mano de obra y programas de producción, inventarios y capacidades a largo plazo.” (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2008, p. 523).

Conforme a lo expuesto por Chopra; Meindl (2008), los métodos de pronósticos se clasifican de la siguiente forma:

- Cualitativos: Dependen del conocimiento y la experiencia que se tenga acerca del mercado.
- Series de tiempo: Se basan en la demanda histórica, analizando el comportamiento de los datos para identificar posibles patrones con el fin de extrapolarlos hacia un horizonte de tiempo requerido.
- Casual: Se asume que la demanda depende de ciertas variables y factores en el ambiente.
- Simulación: A través de datos tomados en el ambiente, se imita el comportamiento de los clientes para identificar aquellos factores que intervienen en su proceso de decisión y así establecer un pronóstico de demanda.

Abordando aún más en el tema, para pronosticar la demanda de energía, en nuestro caso el gas natural, son utilizados modelos relativamente complejos entre los principales

se encuentran de tendencias, econométricos, de economía de ingeniería, híbridos, de dinámica de sistemas, enfoques de escenarios y de redes neuronales artificiales (WADUD et al, 2011).

De acuerdo con Wadud et al (2011), los modelos de tendencias y econométricos usan datos e información histórica para encontrar y manejar patrones que les puedan dar un valor agregado al pronóstico. Sin embargo, los modelos de tendencias o de series de tiempo son comúnmente los más utilizados por los profesionales para pronosticar la demanda de energía, ya que encuentran una relación estadística entre el consumo generado y el tiempo o periodo analizado, brindando mayor certeza, argumentos sólidos y sustentables.

Para Krajewski; Ritzman; Malhotra (2008), el horizonte de tiempo a predecir y la naturaleza de la demanda, son factores de gran importancia a la hora de elegir un método de pronóstico. Tal como ellos ilustran en un ejemplo de aplicaciones de pronósticos de la demanda, la administración de inventarios debe tener horizonte de tiempo a corto plazo (0 a 3 meses), de igual forma indican que una de las técnicas más adecuadas para este tipo de horizonte es la técnica de series de tiempo.

Cuando se habla de una serie de tiempo, se hace referencia a una secuencia de datos registrados de manera ordenada en intervalos iguales de tiempo. De acuerdo con Deba et al. (2017), el procedimiento para analizar y estudiar una serie de tiempo es el siguiente: Primero es identificar el patrón de comportamiento que poseen los datos y por último es el análisis del modelo a utilizar dependiendo del patrón encontrado.

Por lo anterior, los patrones que componen una serie de tiempo según Deba et al. (2017) son:

- Tendencia: Es el movimiento generalizado de los datos ya sea incremento o decremento durante un cierto intervalo de tiempo

- Estacionalidad: Es una fluctuación similar que se puede observar en los datos de manera periódica y que tiene una correlación con algún factor ya sea interno o externo
- Aleatoriedad: Componente inherente y casi inexplicable en las series de tiempo y que debe ser controlado para no afectar el pronóstico

En el caso de la demanda de GNC en las estaciones de descompresión bajo estudio, debe ser proyectada a corto plazo por su alta rotación de inventario y la baja cantidad de módulos disponibles para su almacenamiento, igualmente el comportamiento de los datos de la demanda poseen factores que son variables en el tiempo, con tendencias y efectos estacionales dependiendo el día como se puede observar en la figura 5, por tales motivos, el mejor método de pronóstico a utilizar es el de series de tiempo, teniendo en cuenta que “[...] los métodos de series de tiempo, son más apropiados cuando la demanda futura está relacionada con la demanda histórica, los patrones de crecimiento y los patrones estacionales”. (CHOPRA; MEINDL, 2008, p. 190).

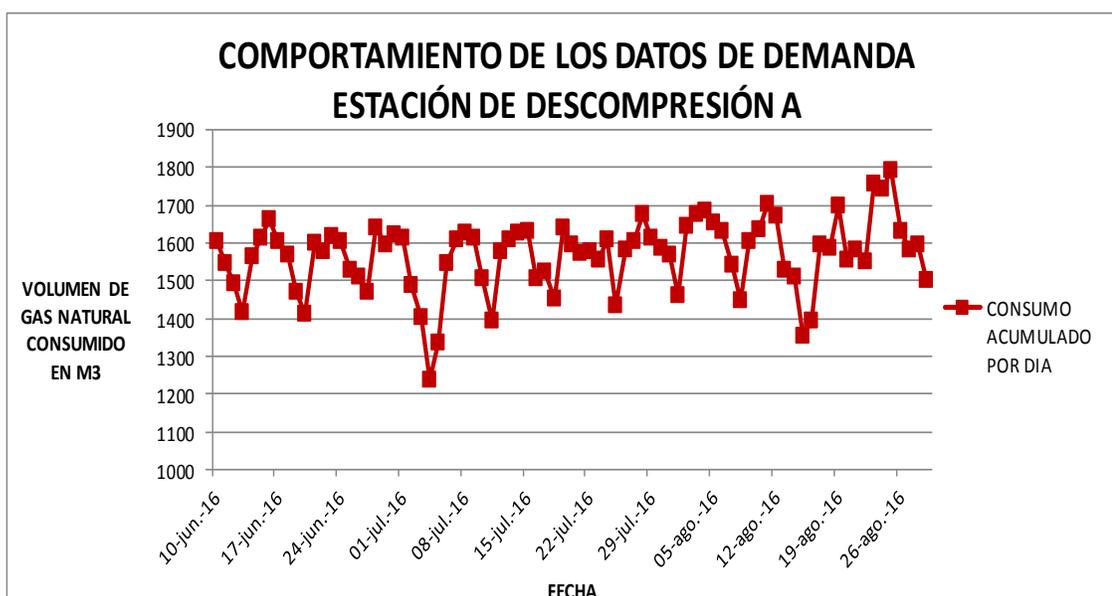


Figura 5. Comportamiento de la demanda de gas natural en la City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

En cualquier método de pronóstico existe siempre el elemento aleatorio que no puede ser explicado con los patrones de la demanda histórica. Por tanto, cualquier demanda observada puede dividirse en un componente sistemático y otro aleatorio:

Demanda observada = componente sistemático + componente aleatorio

En donde el componente sistemático mide el valor esperado de la demanda (nivel, tendencia y estacionalidad) y el componente aleatorio es la parte del pronóstico que se desvía de la parte sistemática. (CHOPRA; MEINDL, 2008, p. 190).

De acuerdo con Chopra; Meindl (2008), el principal objetivo de los pronósticos es predecir el componente sistemático de la demanda, de tal forma que sea medido el nivel de los datos para un periodo $t+1$, ajustando su tendencia y corrigiendo su estacionalidad si es el caso, de igual forma, estimar el componente aleatorio hace parte del objetivo del pronóstico.

Los métodos para pronosticar por series de tiempo se dividen en dos grupos dependiendo el componente sistemático:

- Métodos estáticos: Se asume que las predicciones de nivel, tendencia y estacionalidad del componente sistemático no varían conforme va transcurriendo la demanda.
- Métodos adaptativos: Se recalculan los componentes de nivel, tendencia y estacionalidad de acuerdo a como avanza las observaciones de la demanda.

Dado que en nuestro caso los componentes de nivel y principalmente la tendencia de la demanda varían conforme transcurre el tiempo, profundizaremos en los métodos adaptativos.

Los métodos de pronósticos adaptativos difieren según la predicción de los componentes sistemáticos, es decir, cada método pronostica uno o varios componentes de la demanda y los relaciona de diversas formas, por tales motivos, la selección del método de pronóstico adaptativo dependerá de las características y patrones que siga la demanda observada .

De acuerdo con Chopra; Meindl (2008), dentro de los métodos de pronósticos adaptativos más conocidos y utilizados se encuentran:

- Promedio móvil simple: Técnica que predice principalmente el nivel de los datos, por tanto, es utilizada comúnmente en aquellos casos en donde la demanda no contiene tendencia o estacionalidad significativa. Para este método se utilizan los datos de los N periodos más recientes, siendo el nivel para el periodo t la demanda promedio de estos. Además, para pronosticar los valores de nuevas fechas simplemente se agregan los últimos datos registrados y se eliminan los más antiguos.
- Promedio móvil ponderado: A diferencia del promedio móvil simple, las demandas que intervienen en este método pueden tener su propia ponderación siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno. Esto hace que con este método se le pueda dar un mayor valor a las demandas recientes, y por tanto, una mejor adaptación a los cambios de los datos.
- Suavizamiento exponencial simple: Método que calcula el promedio de una serie de tiempo, dándole un mayor valor a los datos recientes que a los pasados, a través de ponderaciones. Este modelo es indicado para aquellos casos en donde la demanda no contiene una tendencia o estacionalidad evidente.
- Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia (método de Holt): Método que calcula e incorpora la tendencia que presenta la demanda en el pronóstico requerido. Este método es usado principalmente cuando la demanda presenta patrones de incremento o decremento significativos en su nivel de datos.
- Suavizamiento exponencial con corrección por tendencia y estacionalidad (modelo Winter): Método que identifica y relaciona entre sí los componentes de nivel, tendencia y estacionalidad de la demanda para el cálculo de pronósticos en un horizonte de tiempo.

Para realizar el proceso de selección del método de pronóstico que se utilizará durante el desarrollo de este y en cualquier otro tipo de trabajo, es necesario tener en cuenta que una de las características principales de los pronósticos es que siempre están equivocados (CHOPRA; MEINDL, 2008). Por tanto, la identificación y análisis del patrón de la demanda y la medición del error proporcionado por los pronósticos, son

aspectos de importancia a la hora de elegir e implementar alguno de los métodos de pronósticos vistos.

Como se mencionó anteriormente, la demanda posee un componente aleatorio que se ve reflejado en los errores de pronósticos, por lo cual según Chopra; Meindl (2008), dicho error se puede cuantificar y medir de las siguientes formas:

TIPO DE ERROR	FORMULA	CONCEPTO
Error general del pronóstico para el periodo t	$Et = Dt - Ft$	Es la diferencia entre la demanda real para el periodo t y su pronóstico para este mismo lapso de tiempo
Error Cuadrático Medio (MSE, por sus siglas en ingles)	$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Et^2$	Es la varianza promedio del error que posee el pronóstico
Desviación Absoluta Media (MAD, por sus siglas en ingles)	$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Et $	Es la desviación media absoluta del pronóstico durante todos los periodos
Desviación estándar (σ)	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Et - E)^2}{n - 1}}$	Desviación estándar del pronóstico
Error Medio Absoluto Porcentual (MAPE, por sus siglas en ingles)	$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left \frac{Et}{Dt} \right * 100}{n}$	Es el error medio absoluto, expresado como porcentaje de la demanda
Sesgo del error	$Bias = \sum_{i=1}^n Et$	Es la medición del sesgo que posee el error para medir su componente aleatorio
Señal de rastreo (TS, por sus siglas en	$TS = \frac{Bias}{MAD}$	Permite medir e identificar problemas de sub-estimación o

ingles)		sobre-estimación de los valores pronosticados
---------	--	--

Tabla 1. Métodos para medir el error de los pronósticos

Fuente: Chopra, S. y Meindl, P. *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación.*

De acuerdo con Krajewski; Ritzman; Malhotra (2008) muchas organizaciones tienen una demanda estacional de sus bienes o servicios. Los patrones estacionales están formados por movimientos ascendentes o descendentes de la demanda, que se repiten con regularidad, medidos en periodos (estaciones) como los son horas, días, semanas, meses o trimestres. En este orden de ideas, Vidal (2005) sugiere que para este tipo de patrón de demanda, se debe implementar el sistema de pronóstico de modelo de Holt – Winters.

Este modelo fue presentado inicialmente por Holt (1957) y complementado por Winters (1960) donde se explica detalladamente desde el origen de las ecuaciones resultantes para el cálculo del nivel, tendencia y estacionalidad de los datos, hasta las ecuaciones y consideraciones finales para el cálculo de los valores iniciales del método. Este modelo de series de tiempo es de los más aplicados actualmente en la industria gracias a su facilidad de cálculo y rapidez en sus resultados, de igual forma se divide en diversos métodos que se adaptan dependiendo de la naturaleza de la demanda, siendo los más reconocidos y aplicados el multiplicativo y aditivo, los cuales contienen una atenuación exponencial con estimación de tendencia y variación estacional.

Para corroborar lo señalado por Vidal (2005) se presentan a continuación diversos casos en donde se implementa y se compara el método de Holt-Winters con otros modelos de pronósticos:

Taylor (2008) evalúa diversos métodos de pronósticos que capturan y analizan los ciclos estacionales, utilizando como objeto de estudio la demanda de electricidad

británica en periodos de tiempos muy cortos, entre 10 a 30 minutos. Allí compara modelos tales como ARIMA, una adaptación del método de suavizado exponencial de Holt-Winters y un método de suavización exponencial que se centra en la evolución del ciclo diario. Los datos para este estudio fueron proporcionados por la National Grid, quienes son la compañía que suministra el recurso eléctrico a Gran Bretaña. Como periodo de observación se contó con 30 semanas, estudiadas minuto a minuto completando una serie de 302.400 observaciones. Como resultado de este estudio, se obtuvieron los menores márgenes de error con los modelos de Holt – Winters cuando los parámetros de estimación fueron de 30 minutos.

Bindiu y Chindris (2009) utilizaron el método de Holt-Winters para pronosticar la demanda de carga diaria de un fabricante de accesorios en ClujNapoca por un periodo de una semana. A pesar que los modelos de series de tiempo son relativamente fáciles de usar, pueden arrojar un buen resultado siempre y cuando se analice y se tenga en cuenta el patrón de la demanda, por tal motivo para este caso se obtuvieron buenos resultados en cuanto al MAD de aproximadamente 7% de la carga máxima para el periodo en estudio. Sin embargo, el MAPE arroja un error bastante grande indicando un problema en el modelo elegido para ciertos intervalos de horarios.

Kotillová (2011) implementó el modelo autorregresivo integrado de media móvil ARIMA y el método de suavización exponencial de Holt-Winters en el pronóstico de demanda de electricidad en Australia. Los resultados obtenidos en este ejercicio, fueron comparados con los pronósticos arrojados por un modelo industrial utilizado por la compañía distribuidora de electricidad de ese país, concluyéndose así que el modelo de suavización exponencial se ajustaba de manera adecuada a los datos de demanda con un MAPE de 0.5% frente a un MAPE de 1.468 y 1.421% obtenido en el modelo ARIMA y el modelo industrial respectivamente.

Tratar y Strmcnik (2016), comparan el método de Holt –Winters y el método de regresión múltiple en un caso de estudio de una compañía energética de Eslovenia. Durante el caso, se evalúan estos modelos de pronósticos con diversos periodos de

tiempo, empezando por intervalos mensuales, semanales y diarios. Como resultado se concluyó que la regresión múltiple brindaba mayor certidumbre en las predicciones de corto plazo, es decir en los pronósticos diarios y semanales. Por otra parte, se observó que el método de Holt-Winters proporcionó mejores resultados a largo plazo, es decir para periodos mensuales.

En virtud a lo señalado anteriormente, el método de Holt-Winters es el modelo más apropiado para aquellas demandas con comportamiento de tipo estacional con tendencia y nivel. Sin embargo, es importante aclarar que el método de Holt-Winters posee dos modelos de ecuaciones, una de naturaleza aditiva y otra multiplicativa.

Conforme a lo planteado por Kalekar (2004), la diferencia entre el método aditivo y multiplicativo radica en el nivel de la fluctuación que presente la serie. Es decir, el método aditivo es utilizado comúnmente cuando la serie de tiempo muestra fluctuaciones de valores constantes sin importar el nivel general de la serie, por el contrario, en el método multiplicativo, los componentes sistemáticos dependen del comportamiento general del nivel de la serie, es decir, la serie presenta variaciones porcentuales con tendencias.

Por otro lado, un aspecto de importancia que se encuentra inherente al GNC es el comportamiento e interacción que presentan las variables de temperatura, volumen y presión entre sí, conforme transcurre la demanda a través del tiempo. De acuerdo con Çengel; Boles (2009), la presión en un recipiente cerrado de gas depende en gran parte de su densidad y temperatura. Sin embargo, teniendo en cuenta que el gas natural al ser comprimido se reduce su volumen y por ende se aumenta su densidad; no es posible utilizar la ecuación de estado de gas ideal que es la más simple para explicar la relación entre sus variables, dado que según Çengel; Boles (2008), los gases con alta densidad no se comportan como un gas ideal, por lo cual es necesario realizar experimentos para poder explicar su comportamiento.

4. MARCO CONCEPTUAL

Gas Natural: mezcla de hidrocarburos livianos, principalmente constituida por metano, que se encuentra en los yacimientos en forma libre o en forma asociada al petróleo. El

Gas Natural, cuando lo requiera, debe ser acondicionado o tratado para que satisfaga las condiciones de calidad de gas establecidas por la CREG.

GNC: Gas Natural Comprimido, consiste en una técnica en donde se aumenta la presión del gas en cilindros o tanques transportados por vehículos, manteniéndolo en su estado gaseoso, de tal forma que se incremente la energía por unidad de volumen reduciendo los costos unitarios de transporte.

EDS: Estación de Servicio

CCD: Centro de Control y Distribución, estación de control centralizada, que recoge, asimila, y maneja los datos recibidos desde las estaciones de medición y compresión situadas a lo largo de toda la red de distribución. La mayor parte de los datos recibidos por una estación de control son proporcionados por los sistemas de control supervisado y adquisición de datos (SCADA).

GNV: Gas Natural Vehicular

Estación de compresión: Establecimiento que cuenta con los equipos necesarios para realizar el proceso de compresión y almacenamiento a una presión máxima de trabajo de 250 bares, para su posterior transporte y comercialización de GNC. Incluye los módulos contenedores o de almacenamiento de GNC.

Estación de descompresión: Conjunto de instalaciones de recepción y descompresión de GNC, que permiten efectuar la descarga a las instalaciones fijas de consumidores directos o usuarios de GNC (industrias, redes residenciales y otros).

City Gate: Unidad paquete que mide, reduce y regula la presión del gas, normalmente instalada fuera de los límites de una ciudad o un ducto de distribución. Se encarga de suministrar gas a las ciudades e industrias a una presión requerida por el usuario.

Sistema de distribución: Es el conjunto de gasoductos que transporta gas combustible desde una Estación Reguladora de Puerta de Ciudad o desde otro Sistema de

Distribución hasta el punto de derivación de las acometidas de los inmuebles, sin incluir su conexión y medición.

Módulo contenedor o de almacenamiento principal: Conjunto de cilindros o tubos de almacenamiento de GNC unidos por un colector o colectores (manifold) con sus accesorios y una estructura autoportante que los soporta, conformando una unidad de almacenamiento transportable fijada al vehículo transportador de GNC o desmontable e intercambiable en el caso de ser desmontable. En nuestro caso, son aquellos que se utilizan durante la operativa normal de las estaciones de descompresión.

Módulos contenedor o de almacenamiento de respaldo: Conjunto de cilindros para almacenamiento de GNC que se encuentran ubicados en las estaciones de descompresión. Sin embargo, estos solo deben ser usados en caso de emergencia y/o en situaciones anómalas de la operativa que no permitan la conexión a tiempo de los módulos principales, por lo que siempre deben estar disponibles y con suficiente gas para abastecer temporalmente a los clientes de la estación de descompresión hasta solucionar la eventualidad.

SCADA: acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition, (Supervisión, Control y adquisición de datos). Estos son sistemas sofisticados de comunicaciones que toman medidas y recogen datos a lo largo de una red (generalmente desde las estaciones de medición, de compresión y las válvulas) y los transmiten a la estación de control centralizada.

Inventarios: Son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa.

CAPITULO III

5. METODOLOGIA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El propósito general de esta investigación es optimizar los procesos realizados con respecto a la actividad de programación de cargues de GNC, por tanto, este estudio es de tipo cuantitativo, en donde se mide el estado actual del proceso por medio de indicadores, con el fin de comparar y evaluar los resultados finales del proyecto.

Teniendo en cuenta que en la formulación del problema se plantea la integración de dos conceptos como lo son el sistema de control de inventarios junto con los métodos de pronósticos, se pretende medir el grado de relación y asertividad de estos, por tal motivo, se tomará en cuenta la investigación correlacional, dado que se adecua a la finalidad de este trabajo.

5.2. PANORAMA DEL PROCEDIMIENTO DE CONTROL Y PROGRAMACION DE CARGUES DE GNC

5.2.1. Identificación y reconocimiento de las variables que intervienen en el proceso de control de inventario y programación de cargues de GNC

Previo a la descripción del procedimiento de programación de cargues de GNC utilizado por algunos de los operadores técnicos del CCD, es necesario reconocer las variables de importancia que se miden e intervienen durante las etapas de compresión y descompresión del gas natural, al igual que en los procesos de control de inventario y posterior programación de cargues de GNC.

En cuanto a las etapas de compresión y descompresión del gas natural se contemplan las siguientes variables:

VARIABLES	CONCEPTO	PARAMETROS DE CONTROL	UNIDADES DE MEDIDA
-----------	----------	--------------------------	-----------------------

Presión de entrada (compresión)	Presión máxima de trabajo	250	Bar
Presión interna de los módulos (compresión)	Presión máxima de trabajo	250	Bar
Temperatura de la tubería (compresión)	Temperatura mínima de trabajo	32	°F
Presión de entrada (descompresión)	Presión máxima de trabajo	250	Bar
Presión interna de los módulos (descompresión)	Presión mínima de trabajo	25-30	Bar
Presión de salida(descompresión)	Presión máxima ideal de trabajo	60	Psig
Presión de salida(descompresión)	Presión mínima de trabajo (presión de garantía)	25	Psig
Temperatura de la tubería (descompresión)	Temperatura máxima de trabajo	140	°F
Temperatura de la tubería (descompresión)	Temperatura mínima de trabajo	32	°F

Tabla 2. Parámetros de control en las etapas de compresión y descompresión del gas natural

Para el proceso de control de inventario se cuentan con las siguientes variables:

VARIABLES	CONCEPTO	PARAMETROS DE CONTROL	UNIDADES DE MEDIDA
Presión instantánea de entrada (descompresión)	Presión registrada en un instante cualquiera de	--	Bar

	tiempo		
Presión en el sistema de distribución	Presión máxima ideal de trabajo	60	Psig
Presión en el sistema de distribución	Presión mínima de trabajo	25	Psig
Flujo instantáneo	Flujo registrado en un instante cualquiera de tiempo	--	m ³ /h
Volumen acumulado	Volumen acumulado registrado en un periodo de tiempo	--	m ³
Volumen real disponible	Resta entre el volumen total registrado y el volumen mínimo del sistema de distribución (inventario de seguridad)	334 – 835 Depende de la población	m ³
Duración del volumen real disponible	Duración estimada del volumen real disponible en el sistema de descompresión	--	Horas

Tabla 3. Parámetros de control en la etapa de inventario de GNC

5.2.1.1. EDS y equipos disponibles para el transporte y distribución de GNC:

El CCD de la empresa distribuidora de gas natural cuenta actualmente con los siguientes equipos propios para el transporte y distribución de GNC en cada una de las estaciones:

Estación	Número de Módulos Principales (NMP)	Número de Módulos de Respaldo (NMR)
A	5 (un tráiler)	2
B	2 (un tráiler)	1
C	5 (un tráiler)	1
D	5 (un tráiler)	3
E	2 (en piso)	1
EDS 1	5 (un tráiler)	-
EDS 2	5 (un tráiler)	-

Tabla 4. Equipos propios de la empresa distribuidora de gas natural para el transporte y distribución de GNC

Por otro lado, es importante tener en cuenta que conforme a la resolución 4959 de 2006, el transporte de los módulos de GNC constituyen una carga larga y ancha, sin restringir los parámetros de control de extra dimensión ni de peso, por lo que su desplazamiento entre la EDS y la estación de descompresión se ve limitado a ciertos horarios establecidos por el ministerio de tránsito.

El modelo de transporte y distribución de GNC se basa en un sistema dinámico, en donde los tráiler se rotan entre las diversas estaciones por orden y coordinación del operador de turno, teniendo en cuenta la EDS disponible, la demanda de consumo de cada municipio, el horario de requerimiento del cargue y la restricción vial de la población.

5.2.2. Descripción del procedimiento de programación de cargues de GNC:

Ahora bien, una vez identificados los equipos disponibles, las restricciones viales y los parámetros de control a tener en cuenta de cada estación de descompresión, se

procede a realizar el procedimiento mostrado en el anexo 1, el cual es utilizado por algunos de los operadores del SCADA.

5.2.3. Diagnóstico:

Analizando y evaluando el procedimiento y los registros del control de inventario, podemos identificar tres importantes inconvenientes con los que se cuentan en el momento de realizar la programación de cargues y el cálculo de consumo de GNC:

5.2.3.1. Ausencia de un sistema de gestión y control de inventario con demanda

variable y estacional: El control sobre el inventario de GNC en cada una de las estaciones de descompresión se encuentra sistematizado y automatizado a través del SCADA, en donde se realiza una revisión continua de las existencias (cada 5 minutos) independientemente de la fluctuación de la demanda por medio de la presión de entrada registrada. Sin embargo, el CCD no cuenta con un sistema de control de inventario que le indique el punto de cambio de módulos de GNC (punto de reorden), por lo cual el operador de turno recurre a realizar los cálculos señalados en la descripción del proceso de programación de cargues de GNC o en ocasiones se basa en su intuición y experiencia.

Por lo anterior, los datos de presión en el momento de desconexión y cambio de módulos principales son inestables, es decir, dichos datos se encuentran de manera dispersa y no siguen un comportamiento permanente que sería lo ideal para este tipo de casos. Lo anterior se puede evidenciar en las siguientes figuras basadas en los datos tomados de las estaciones en cuestión durante el primer semestre del año 2016:

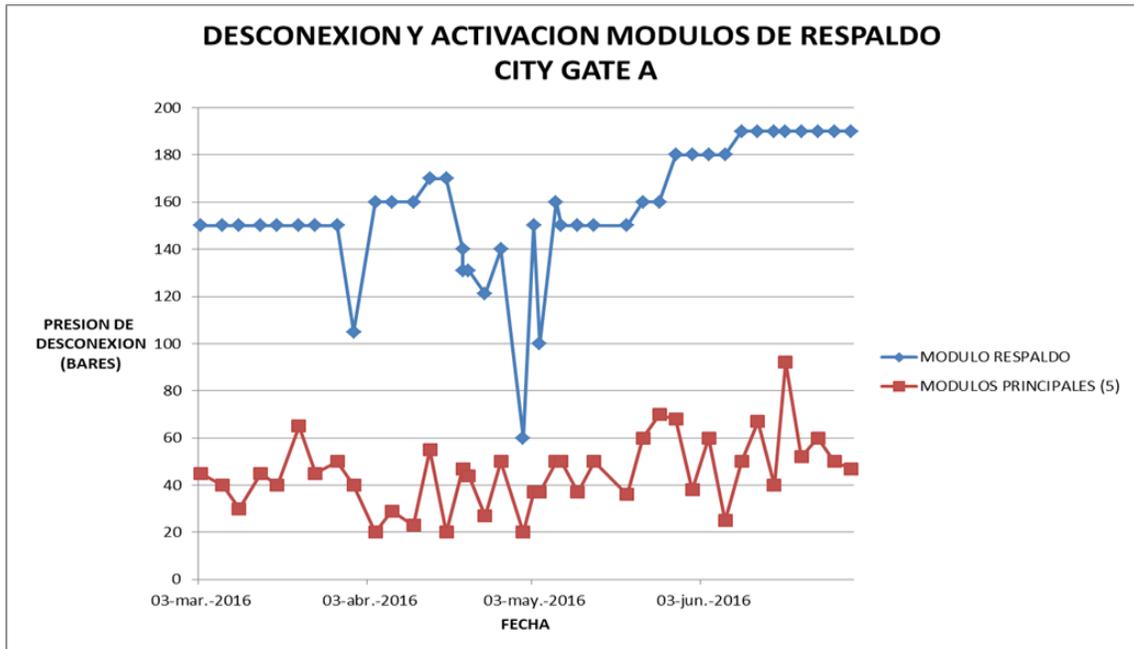


Figura 6. Desconexión de módulos principales y de respaldo en City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

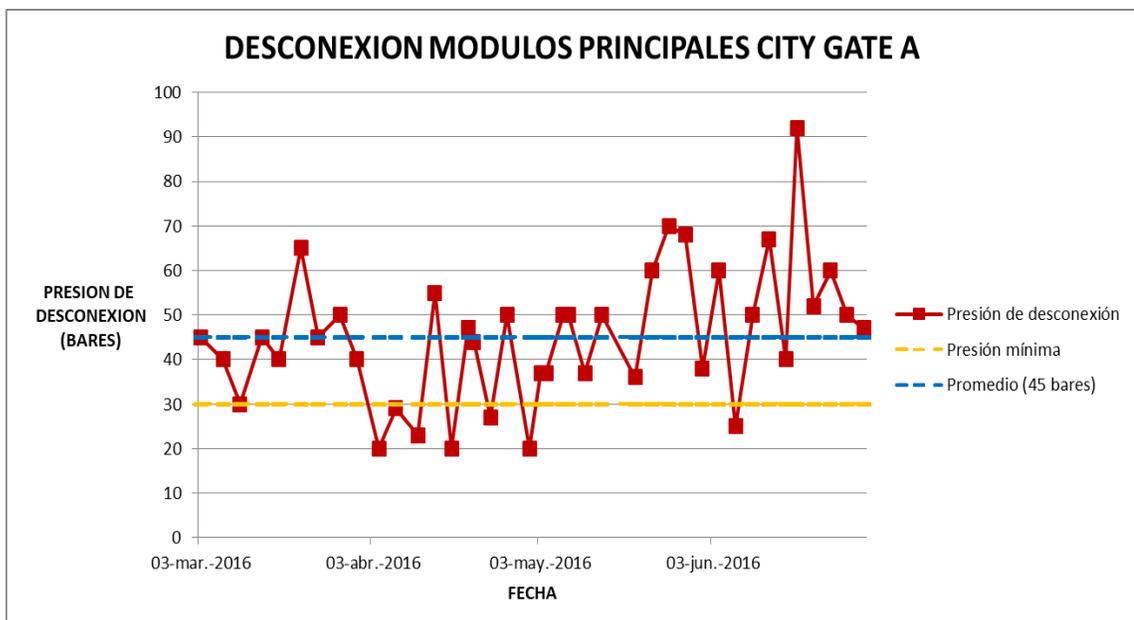


Figura 7. Desconexión de módulos principales en City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Nota: Los datos de desconexión de la City Gate A se tomaron a partir del mes de marzo, dado que antes de esta fecha se tienen errores de diligenciamiento en el archivo de registro y control de los cargues.

A pesar que el promedio de presión de desconexión es relativamente aceptable, es necesario observar detalladamente que este promedio se debe al número de activaciones del módulo de respaldo, tal y como se ilustra en la figura 6, es decir que si dejamos a un lado los puntos en donde se conectó el módulo de respaldo tendremos un promedio más realista y por ende mayor al indicado, que nos revelaría aún más los problemas de esta City Gate.

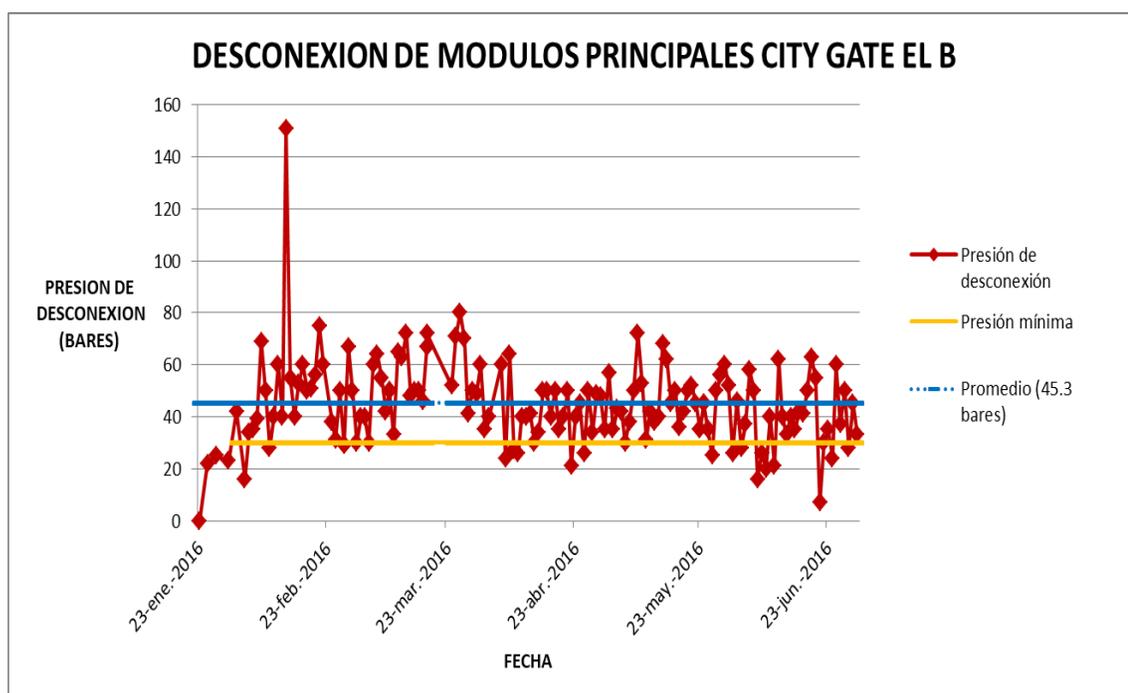


Figura 8. Desconexión de módulos principales en City Gate B

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El recargue de módulos en esta estación, se efectuaba diariamente dado que solo se disponía de dos módulos principales. De igual forma, el consumo de gas natural en esta población es relativamente alto, por lo que para evitar

complicaciones y mayores esfuerzos, se programaba el recargue todos los días a la misma hora.

El consumo de gas natural en esta estación, al igual que en las demás, posee factores de tendencias y estacionalidad semanales, por lo que una de las principales consecuencias de tener fija una programación es que en algunos días se tendrán excedentes y en otros días faltantes de gas natural.

Por lo anterior, en la figura 8 se pueden detallar picos superiores a 60 bares (30 en total), días en los cuáles se tuvo excedente de gas natural y por ende no se aprovechó de manera eficiente la carga de los módulos.

De igual forma, se pueden observar en esta misma figura picos inferiores a 20 bares (4 en total), donde se puso en riesgo la operativa normal de la estación y se pudo haber tenido una parada forzada de los equipos.

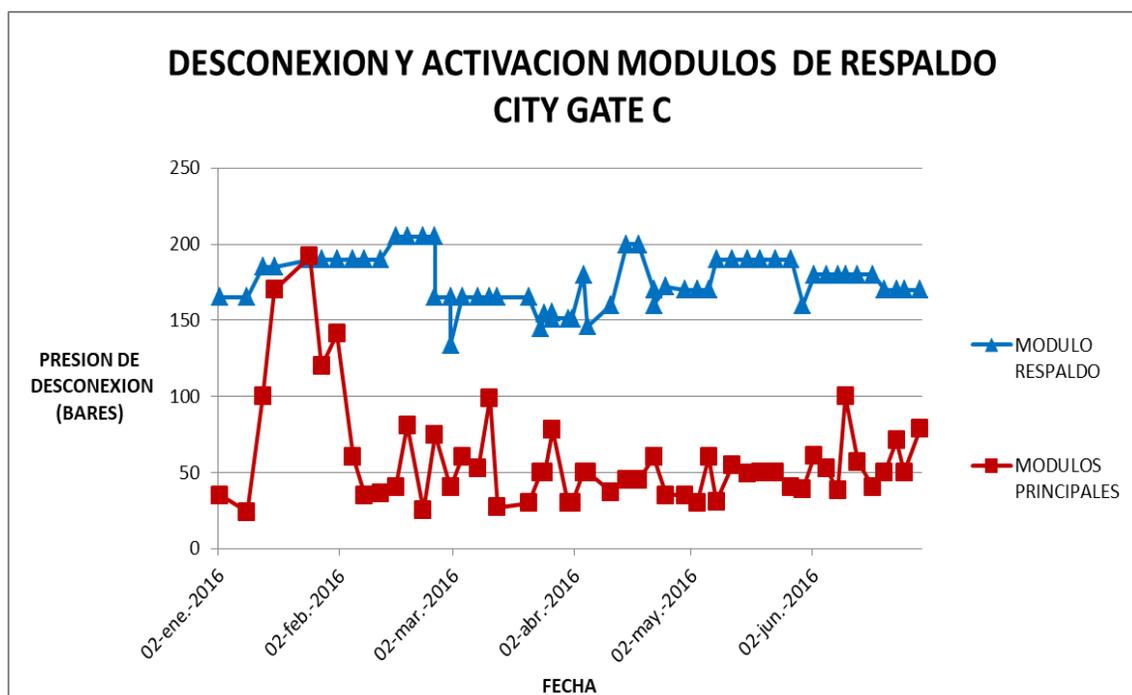


Figura 9. Desconexión y activación de módulos en City Gate C

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

En la figura 9 se pueden observar diversos puntos dispersos de los datos de módulos de respaldo los cuales evidencian sus activaciones, debido a que los módulos principales alcanzaron la presión mínima de registro (30 bares o menos) o porque el operador no estimó bien su duración y ordenó la activación de los módulos de respaldo antes de tiempo.

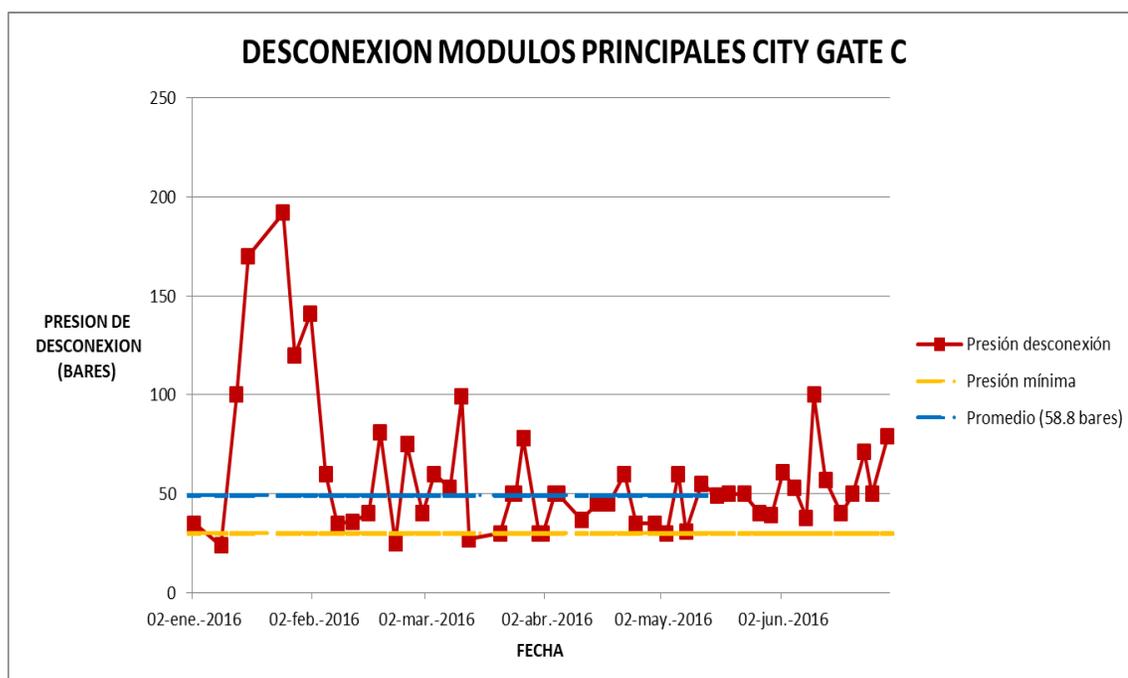


Figura 10. Desconexión de módulos principales en City Gate C

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Como se puede observar en la figura 10, el promedio en general de presión de desconexión de los módulos principales en la City Gate C fue de 54.5 Bares aproximadamente. Sin embargo, si calculamos la presión promedio de desconexión en operación normal, es decir, sin los datos de activaciones de respaldo, tendremos que será de 58.8 bares, por lo cual podemos concluir que no se está aprovechando al máximo el contenido de los dos módulos principales que se encuentran en la estación, teniendo en cuenta que en dicha población se consumen en promedio 31 bares (403 m³) diarios frente a los 28.4 bares que están quedando en excedente (365 m³) si le restamos la presión

mínima o ideal de desconexión (30 bares). Por otro lado, se puede evidenciar que durante el primer trimestre del año 2016, la presión de desconexión de los módulos principales fue bastante alta (68.29 Bares en promedio), al igual se evidencian picos de presión superiores a 100 bares en donde la eficiencia de consumo para estos casos se aproxima al 50%.

Una de las principales causas de estos datos, además de la falta del sistema de inventario, es el modelo de distribución de GNC para esta City Gate, dado que para recargar sus módulos que se encuentran en piso es utilizado el mismo tráiler que alimenta la City Gate D, es decir, su lead time depende de la demanda y del punto de reorden de la City Gate D, la cual tiene un consumo promedio de GNC cuatro veces mayor que la City Gate C.

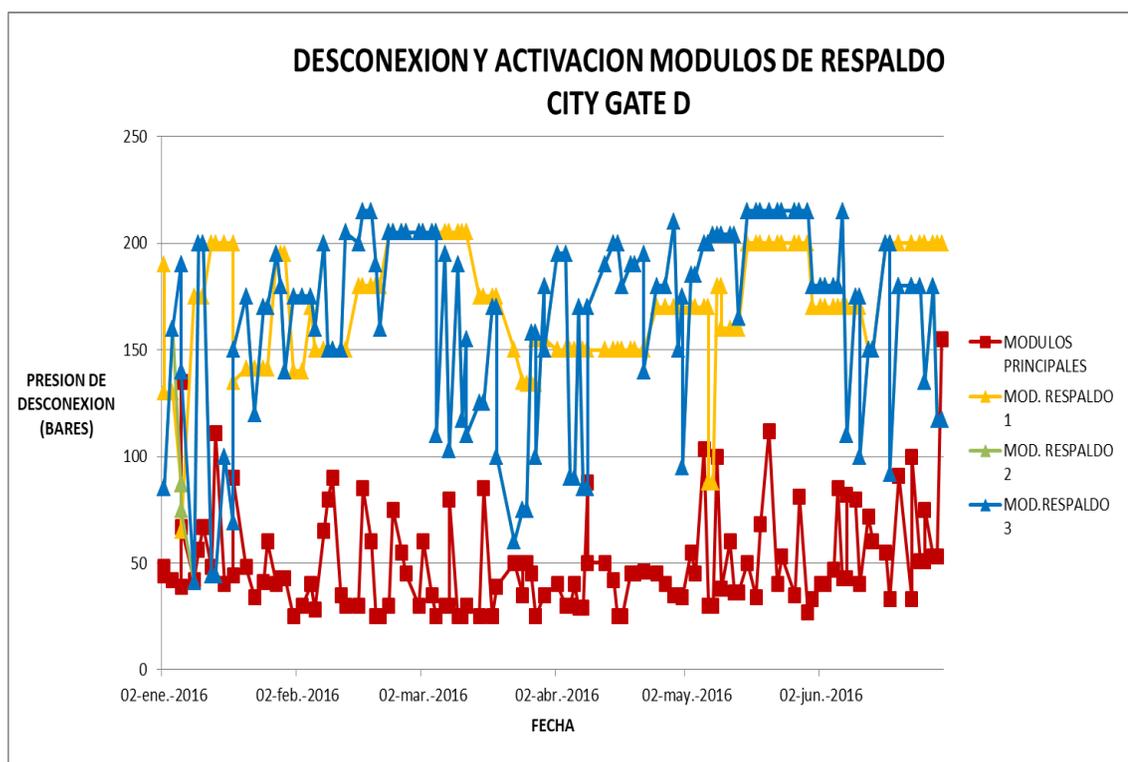


Figura 11. Desconexión y activación de módulos de respaldo en la City Gate D

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

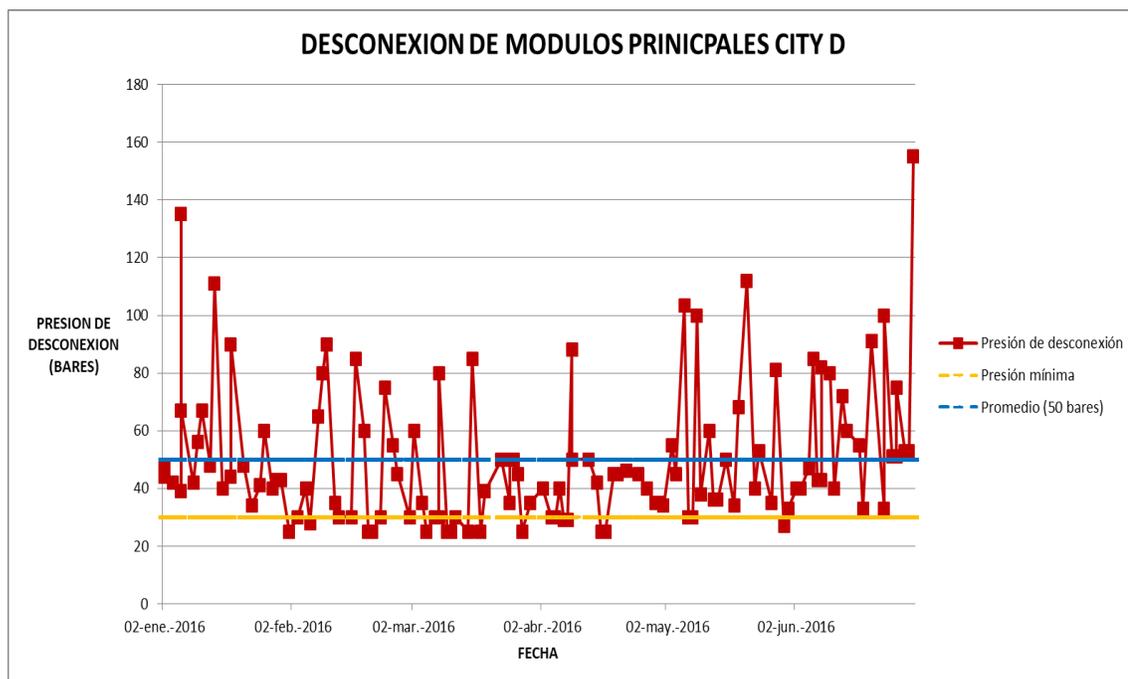


Figura 12. Desconexión de módulos principales en la City Gate D

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

En la figura 11 se puede apreciar la variabilidad de la presión de los módulos de respaldo dependiendo de su activación una vez la presión de los módulos principales descienda hasta o por debajo de la presión mínima, más específicamente, se puede observar que los módulos de respaldo 1 y 2 solo son activados de manera paralela en última instancia en caso de que el módulo de respaldo 3 no alcance a suplir la demanda temporal tanto de la City Gate D como de la EDS que se encuentra en esta población y/o en caso de que sea un horario de alto consumo, por ende, el módulo de respaldo 3 tiene una mayor cantidad de activaciones con respecto a estos.

Por otro lado, en la figura 12 se pueden detallar varios puntos inferiores a la presión mínima de operación en los módulos principales, por lo cual se tiene un alto número de activaciones de los módulos de respaldo (ver figura 11). Adicionalmente, se observan datos superiores a 100 bares en donde la eficiencia del consumo de GNC contenido en los módulos se aproxima al

50%, teniendo en cuenta que son 5 los módulos que abastecen a esta población.

En los datos de desconexión de la City Gate D se observa una presión promedio de 50 Bares, por lo cual si calculamos el volumen de GNC que se dejó de consumir en promedio por cargue fue de 630 m³ (20 bares).

La principal causa del alto número de activaciones de los módulos de respaldo en esta City Gate (40 activaciones por mes) se debe entre otros aspectos a que la EDS de esta población no cuenta con los registros de medición para el sistema SCADA del volumen de gas natural vendido en la estación, lo que dificulta el análisis de la variación total de la demanda.

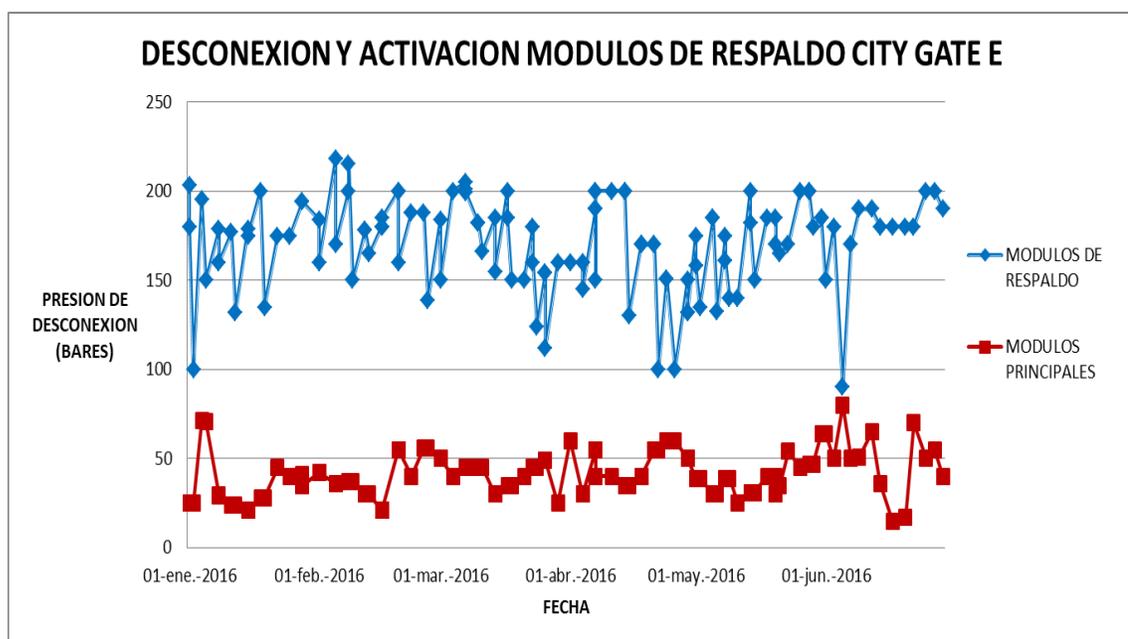


Figura 13. Desconexión de módulos en City Gate E

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

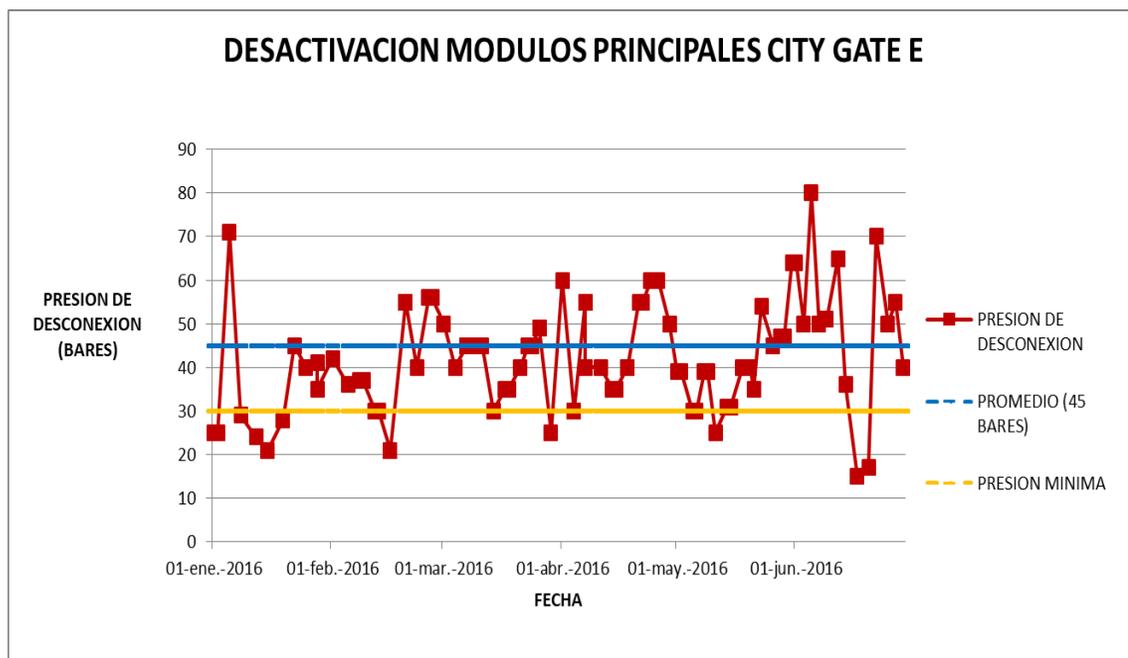


Figura 14. Desconexión de módulos principales City Gate E

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

La City Gate E no se queda atrás con la dispersión de los datos de desconexión de módulos.

En la figura 13 se evidencia el alto número de activaciones de los módulos de respaldo, que al mismo tiempo favorece el promedio real de desconexión, teniendo en cuenta que como su nombre lo indica, dichos módulos solo deben ser usados en caso de emergencia y/o en situaciones anómalas de la operativa que no permitan la conexión a tiempo de los módulos principales, por lo que siempre deben estar disponibles y con suficiente gas para abastecer temporalmente a los clientes de la estación descompresora hasta solucionar la eventualidad, de igual forma, en caso de activación de alguno de estos durante la operación normal, afectará el indicador de productividad de los operadores del SCADA y por ende en sus bonificaciones por rendimiento trimestrales.

5.2.3. CALCULO DE EFICIENCIA DE CONSUMO DE GAS CONTENIDO EN CADA MODULO Y NUMERO DE ACTIVACIONES DE MODULOS DE RESPALDO:

Conforme al anterior problema detectado, la desconexión de los módulos se realiza sin aprovechar al máximo el volumen de gas natural contenido en ellos, dado que no se cuenta con un método eficiente para controlar y optimizar la durabilidad del gas natural, teniendo en cuenta que solo es utilizada una estación de servicio de GNV (EDS 1), por lo que en algunas ocasiones se crean colas para el llenado de los módulos, se utilizan horas extras de los técnicos y se envían los módulos sin la totalidad de su capacidad. Para analizar la eficiencia real de consumo de gas natural de los módulos con respecto a la eficiencia ideal teórica (presión mínima 30 bares), tomaremos los datos de desconexión de los módulos principales durante el primer semestre del año 2016 sin tener en cuenta aquellas ocasiones en donde se activaron los respaldos, dado que estos eventos son aislados a la operativa normal, por lo cual se evaluarán de manera independiente; adicionalmente estos cálculos nos servirán como medio para evaluar y comparar los resultados de este proyecto:

$$Eficiencia Promedio = \frac{\Sigma(\text{Presión de conexión} - \text{Presión de desconexión})}{\Sigma(\text{Presión de conexión} - \text{Presión mínima})}$$

City Gate A:

$$Eficiencia = \frac{5774 \text{ Bares}}{6363 \text{ Bares}} * 100$$

$$Eficiencia = 90.74 \%$$

Número promedio de activaciones de módulos de respaldo por mes = 2

Nota: Los datos de activación de módulos de respaldo de la City Gate A se tomaron a partir del mes de marzo, dado que antes de esta fecha se tienen errores de diligenciamiento en el archivo de registro y control de los cargues.

City Gate B:

$$Eficiencia = \frac{14336 \text{ Bares}}{16536 \text{ Bares}} * 100$$

$$Eficiencia = 86.70 \%$$

Número de activaciones de módulos de respaldo = 156

Nota: El caso de la City Gate A es aislado de las demás estaciones, dado que es necesaria la activación de los respaldos en el momento de cambio de módulos ya que se utiliza solamente el tráiler que contiene dos módulos.

City Gate C:

$$Eficiencia = \frac{5093 \text{ Bar}}{6057 \text{ Bar}} * 100$$

$$Eficiencia = 84.08\%$$

Número promedio de activaciones de módulos de respaldo por mes = 1

City Gate D:

$$Eficiencia = \frac{12940 \text{ Bares}}{15451 \text{ Bares}} * 100$$

$$Eficiencia = 83.75 \%$$

Número promedio de activaciones de módulos de respaldo por mes = 7

City Gate E:

$$Eficiencia = \frac{8603 \text{ Bares}}{9300 \text{ Bares}} * 100$$

$$Eficiencia = 92.51 \%$$

Número promedio de activaciones de módulos de respaldo por mes = 6

CITY GAT E	PRESION MAXIMA PROMEDIO ALCANZADA	PRESION MINIMA O IDEAL DE DESCONEXION	EFICIENCIA (%)	NUMERO DE ACTIVACIONES DEL MODULO DE RESPALDO POR MES
A	198 Bares	30 Bares	90.74	2
B	170.53 Bares	30 Bares	86.70	156
C	188.59 Bares	30 Bares	84.08	1
D	171.9 Bares	30 Bares	83.75	7
E	194 Bares	30 Bares	92.51	6

Tabla 5. Resumen Eficiencia de consumo de gas natural por estación

5.2.3.2. Ausencia de un procedimiento para calcular la duración del volumen de gas de cada cargue y parámetros de control en la desconexión de módulos:

La diversidad de métodos para calcular la duración del volumen de gas natural contenido en cada cargue, hace que este proceso sea muy variable, poco fiable y en algunas ocasiones tedioso, asimismo, es un proceso repetitivo y que le quita entre 40 y 60 minutos al operador dependiendo del número de cargues que tenga que programar para el siguiente día. Por otro lado, si bien se tiene un parámetro de control en el límite inferior de presión (30 bares) para no afectar la presión de garantía (60 psig) en el sistema de distribución, no se cuenta con un valor nominal ni con unas especificaciones y/o límites superiores de presión de desconexión, lo cual brinda mayor libertad al operador en sus programaciones de cargues, dicho de otro modo, el operador puede programar el cambio de módulos a cualquier presión registrada de entrada siempre y cuando no afecte la presión de garantía en el sistema de distribución de la población.

Por otro lado, Mokhatab & Poe (2012) señalan que es muy probable que más del 85% de los costos asociados del GNC sean a causa del medio con el cuál se transporta este recurso, es decir, entre menor sea la eficiencia en el consumo del gas natural contenido en los módulos, mayor será el número de viajes que se tienen que realizar para abastecer las poblaciones y por ende los costos aumentarán de manera significativa.

6. EVALUACION Y DESARROLLO DE UN MECANISMO DE CONTROL FIABLE DE MEDICION DE GNC

Antes que nada, es necesario tener en cuenta y analizar que el GNC no se comporta como un gas ideal debido a que al ser sometido a grandes presiones, su densidad aumenta y su fluctuación depende en gran medida a las variables de presión atmosférica y temperatura del ambiente, por lo que se hace indispensable evaluar diversos medios por los cuáles se obtendrán los valores de volumen real o aproximado que poseen los módulos en cada estación, considerando que actualmente se controla el inventario de GNC por medio de la presión de entrada registrada, tal como se ilustra en la siguiente tabla:

Psi	Bar	m³
0	0	0
15	1	5
29	2	10
44	3	16
58	4	21
73	5	26
87	6	31
102	7	37
116	8	42
131	9	47
145	10	53
160	11	58
174	12	64
189	13	69
203	14	75
218	15	80
232	16	86
247	17	91
261	18	97
276	19	102
290	20	108
305	21	114
319	22	119

334	23	125
348	24	131
363	25	137

Tabla 6. Datos tomados a partir de una gráfica de relación entre el volumen y la presión del gas natural proporcionada por el fabricante de los módulos

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Nota: los valores señalados en la tabla fueron tomados por los operarios del CCD a partir de una gráfica de relación entre el volumen y la presión de registro del gas natural proporcionada por el fabricante de los módulos, quienes realizaron la toma de datos a una temperatura promedio de 27 °C y una presión atmosférica de 1.013 bares (temperatura y presión promedio en Cartagena de Indias).

La tabla 6 es utilizada con todas las estaciones, por lo que podemos deducir anticipadamente que se está calculando de manera errada el inventario de estas City Gate, ya que la presión atmosférica y la temperatura ambiental de cada población dependiendo la hora es distinta, asimismo, estos últimos valores difieren considerablemente del punto de prueba proporcionado por el fabricante, lo cual nos da a entender que la curva de presión se debe manejar de forma independiente.

Por lo anterior, se construyó un modelo empírico para la elaboración del diagrama de presión vs volumen (PV) basado en el promedio de m³ entregados entre rangos de presión. Estos datos se tomaron en dos de las estaciones más representativas de las poblaciones bajo estudio; los datos recopilados por el sistema SCADA corresponden a un periodo de tiempo de 12 meses en donde se contempla fluctuaciones de la temperatura y de demanda.

CITY GATE A:

Los datos obtenidos de la City Gate A se muestran a continuación:

TABLA DE RESULTADOS CITY GATE A TOMADOS EN LAS HORAS DE ALTO CONSUMO (DIURNAS) ENTRE LAS 06:00 Y LAS 18:00 HORAS				
PRESION (Bar)	VOLUMEN PROMEDIO ACUMULADO (m3)	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
0	0	0	0	Ambiente
10	62.94	0	0	Ambiente
20	126.74	0	0	28.16
30	170.56	20.76	344.85	23.32
40	216.20	18.93	286.75	20.50
50	279.64	7.33	50.16	17.28
60	348.52	12.99	163.14	15.14
70	422.56	10.92	115.27	11.67
80	501.05	10.38	104.74	10.73
90	595.28	11.69	132.78	8.98
100	690.56	16.67	272.12	7.74
110	788.23	18.88	345.20	4.33
120	892.77	21.37	442.41	1.41
130	994.90	27.28	724.27	-0.73
140	1102.88	31.76	985.80	-4.24
150	1196.83	28.46	783.50	-5.38
160	1282.82	27.45	728.66	-3.17
170	1361.58	24.55	581.94	-4.20
180	1419.37	18.29	324.99	-4.35
190	1475.16	16.45	262.17	-4.95
200	1525.89	19.32	357.17	-5.20
210	1557.25	10.91	112.22	-5.21
230	1593.15	0.14	0.01	-5.64

Tabla 7. Comportamiento promedio de variables en los módulos de la City Gate A

Como resultado de los datos anteriores, se obtuvieron los siguientes diagramas que nos muestra la curva de presión – volumen del GNC y su desviación en horas de alto consumo en un módulo:

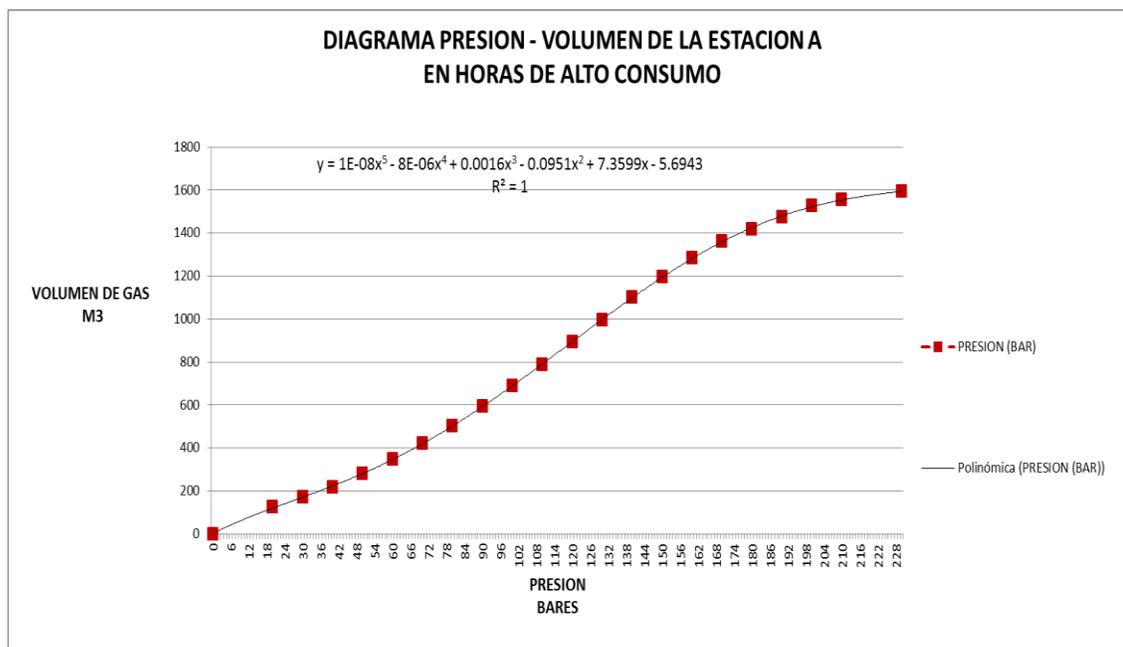


Figura 15. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate A en horas de alto consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

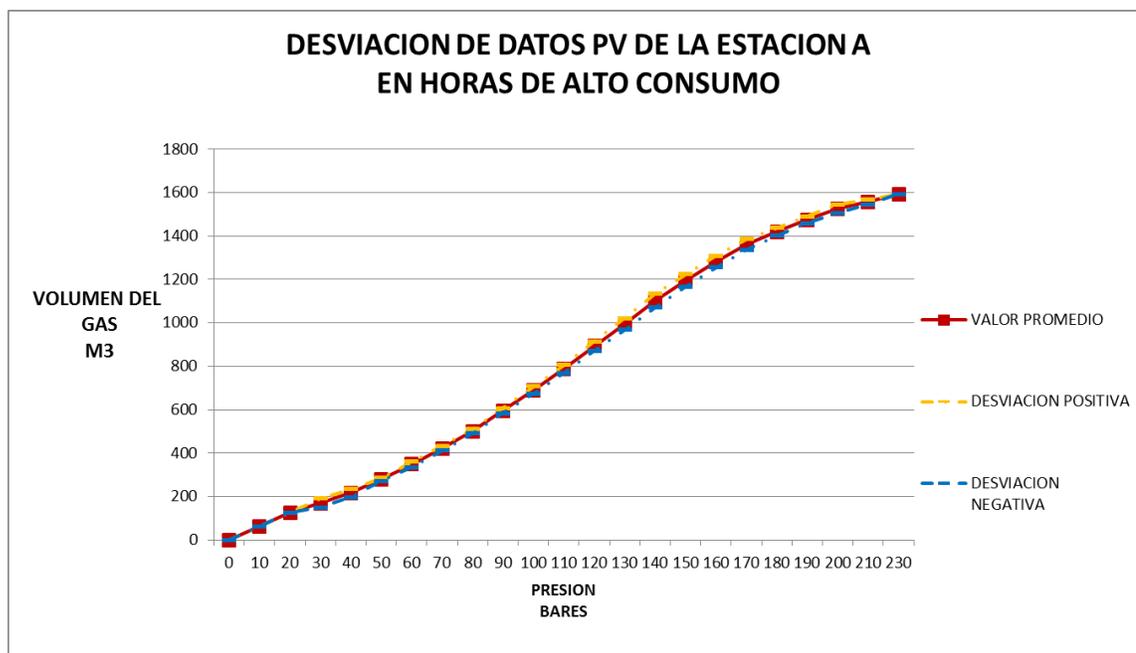


Figura 16. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en City Gate A en horas de alto consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El comportamiento de los datos recopilados muestra una curva que se modela a través de un polinomio, por lo que al utilizar el método de regresión polinómica, se obtienen la función señalada en la gráfica:

$$y = 1E - 08x^5 - 8E - 06x^4 + 0.0016x^3 - 0.0951x^2 + 7.3599x - 5.6943$$

De igual forma, se obtiene el coeficiente de determinación R^2 el cual arroja un índice de uno (1), es decir que las variables de presión y volumen están altamente correlacionadas y el polinomio obtenido es de gran confiabilidad para predecir el comportamiento de estas en la City Gate señalada.

Así mismo, se puede observar que la desviación de los datos no es muy considerable, por lo que podemos deducir que los datos promedios son muy fiables y útiles para nuestro fin.

Por otro lado, la fluctuación de la temperatura con respecto a la presión registrada se observa en la siguiente gráfica:

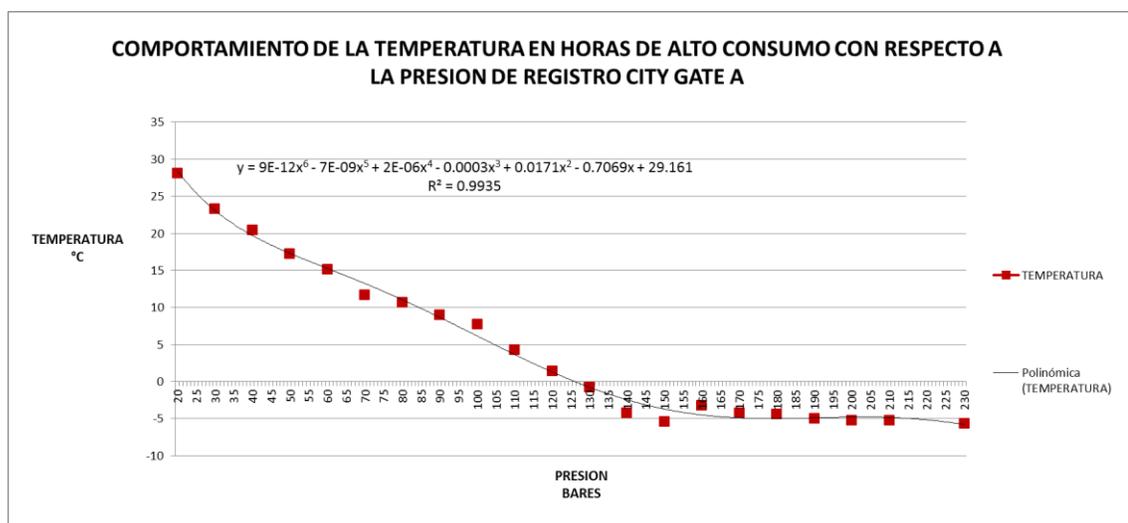


Figura 17. Comportamiento de la temperatura de los módulos principales en horas de alto consumo City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Tal como se observa en la figura 17, a diferencia del volumen, la temperatura disminuye conforme aumenta la presión, y la curva que modela su comportamiento es:

$$y = 9E-12x^6 - 7E-09x^5 + 2E-06x^4 - 0.0003x^3 + 0.0171x^2 - 0.7069x + 29.161$$

Al igual que con el diagrama PV, se calculó el coeficiente de determinación R^2 dando como resultado 0.9935, lo que indica que la temperatura depende inversamente de la presión que registra el módulo y la función de curva anteriormente hallada modela con precisión su comportamiento durante las horas de alto consumo de la estación.

Los datos obtenidos de la City Gate A en horas de bajo consumo donde la temperatura del ambiente y el caudal entregado disminuye, se muestran a continuación:

TABLA DE RESULTADOS CITY GATE A TOMADOS EN LAS HORAS DE BAJO CONSUMO (NOCTURNAS) ENTRE LAS 18:00 Y LAS 06:00 HORAS				
PRESION (Bar)	VOLUMEN PROMEDIO ACUMULADO (m3)	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
0	0	0	0	Ambiente
10	62.94	0	0	Ambiente
20	126.74	0	0	Ambiente
30	170.56	0	0	Ambiente
40	222.50	5.78	27.88	32.61
50	276.50	8.83	77.98	29.15
60	332.53	6.06	36.74	27.93
70	391.44	8.14	66.31	24.16
80	454.42	9.70	94.27	23.68
90	517.22	10.30	106.09	20.55
100	577.80	11.93	142.50	18.35
110	639.88	12.29	151.20	16.20
120	693.92	10.80	116.84	16.07
130	746.89	14.02	196.82	14.92
140	793.96	13.32	177.57	13.46
150	843.48	12.85	165.33	10.91
160	883.89	10.82	117.13	10.44
170	920.97	8.48	72.07	7.42
180	952.92	10.93	119.47	8.68
190	978.99	6.69	44.87	6.93

200	1000.04	2.89	8.40	5.06
210	1015.93	3.03	9.19	7.17
230	1039.37	4.87	23.80	9.13

Tabla 8. Comportamiento promedio de variables en horas de bajo consumo en los módulos de la City Gate A

En consecuencia de los datos anteriores, se obtuvieron los siguientes diagramas que nos muestra la curva de presión – volumen del GNC en horas de bajo consumo en un módulo:

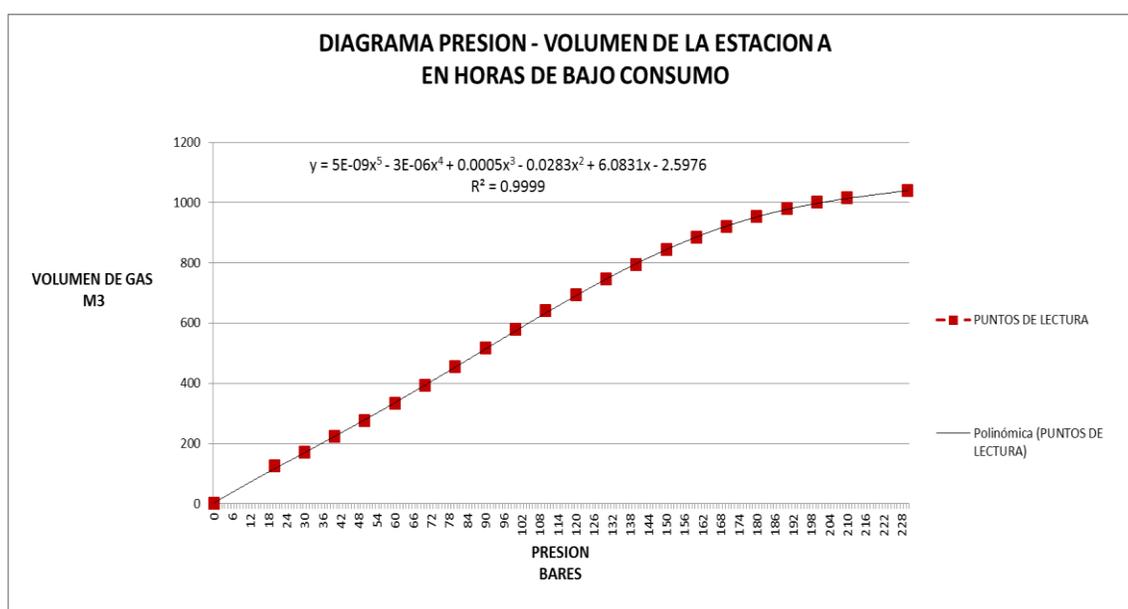


Figura 18. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate A en horas de bajo consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

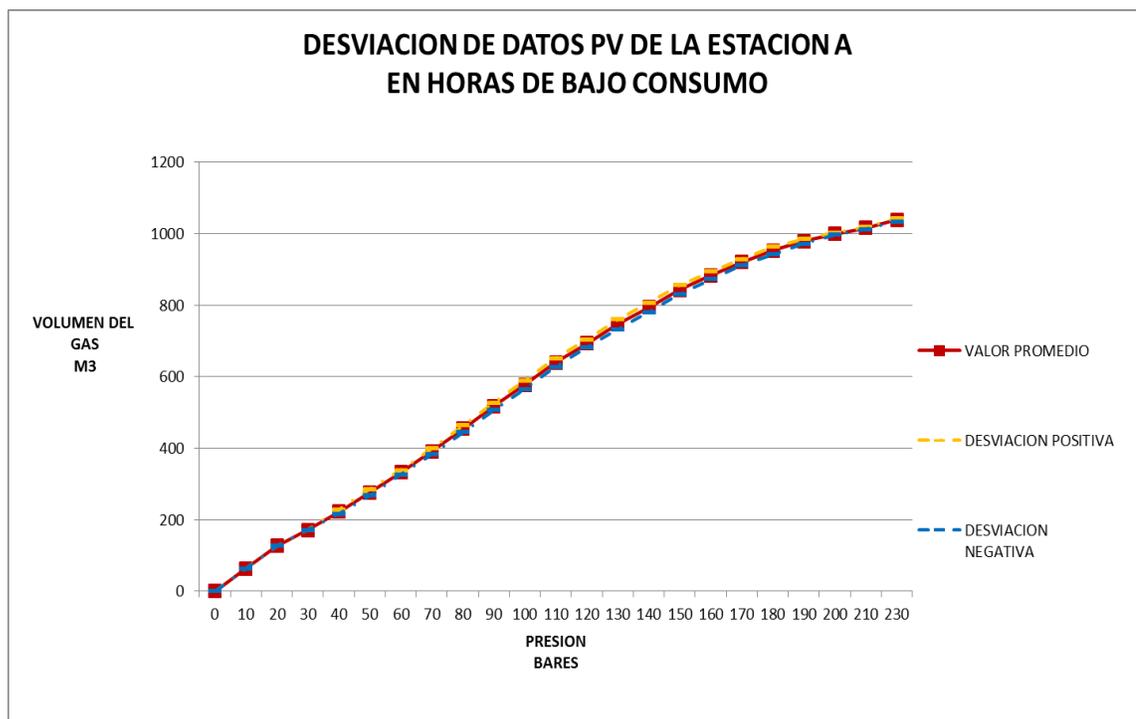


Figura 19. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en City Gate A en horas de bajo consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El polinomio que mejor se ajusta a los datos según la línea de tendencia de Excel es el siguiente:

$$y = 5E-09x^5 - 3E-06x^4 + 0.0005x^3 - 0.0283x^2 + 6.0831x - 2.5976$$

En este caso, el coeficiente de determinación R^2 obtenido nos arrojó como resultado 0.9999, demostrando así la gran dependencia existente entre la presión y el volumen de gas natural contenido en cada módulo.

Así mismo, podemos observar que la desviación de los datos es aún menor en horas de bajo consumo, resultado con el cual podemos afirmar que utilizando el polinomio hallado se puede modelar con gran confiabilidad el comportamiento del volumen con respecto a la presión registrada.

El comportamiento promedio de la temperatura para las horas de bajo consumo es el siguiente:

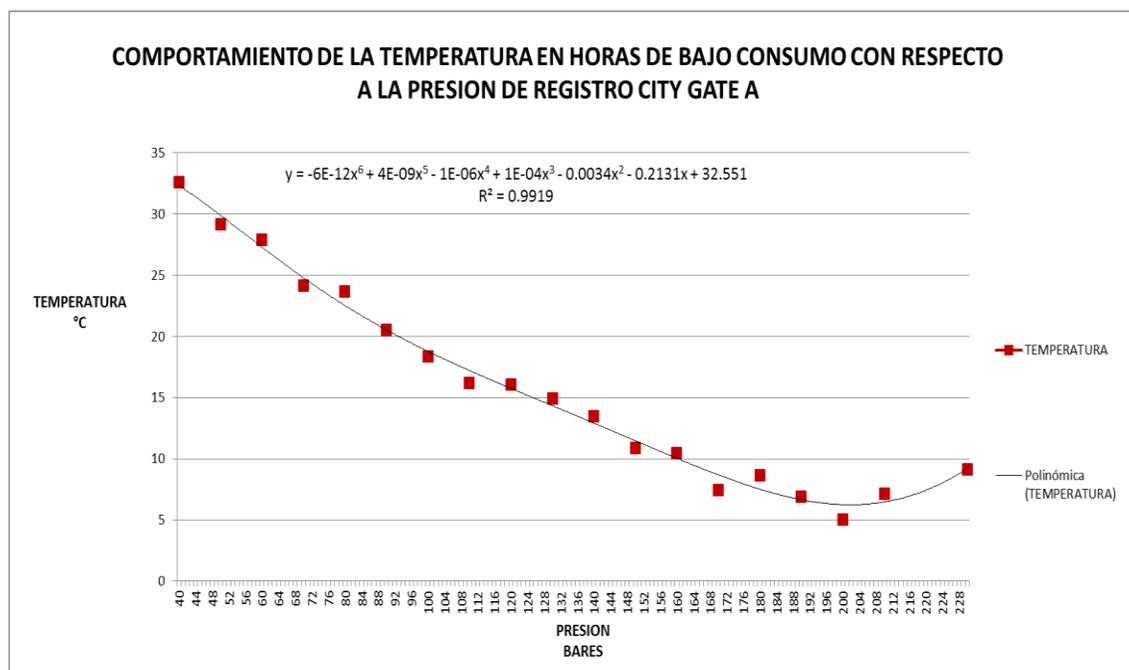


Figura 20. Comportamiento de la temperatura en los módulos principales en horas de bajo consumo City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El polinomio que modela su comportamiento es:

$$y = -6E-12x^6 + 4E-09x^5 - 1E-06x^4 + 1E-04x^3 - 0.0034x^2 - 0.2131x + 32.551$$

De igual forma, el coeficiente de determinación R^2 nos arrojó una buena correlación entre las variables de presión y temperatura, concluyendo que la temperatura dentro del módulo disminuye conforme aumenta la presión.

Como resultado final, se obtuvieron los siguientes diagramas con sus respectivos polinomios para manejarlos de manera independiente conforme a la hora de registro de la presión (horas de alto consumo y horas de bajo consumo):

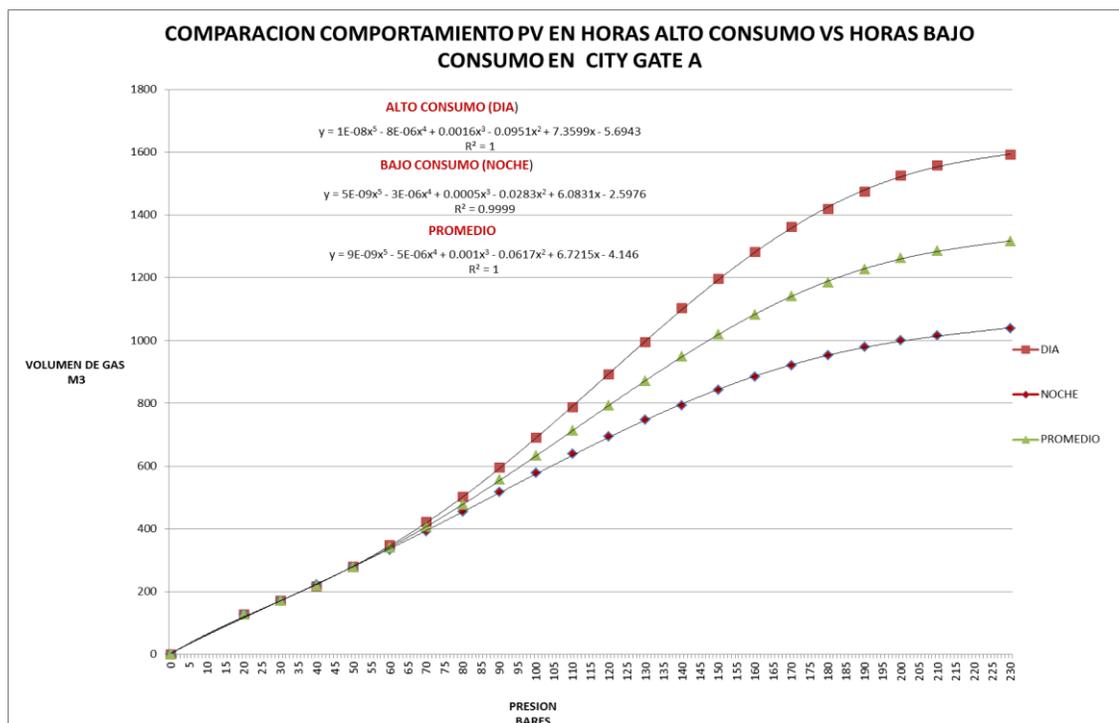


Figura 21. Comportamiento de la presión vs el volumen en horas de alto, promedio y bajo consumo en la City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Con el diagrama anterior es posible visualizar la dinámica del GNC dependiendo de la temperatura y el nivel de flujo entregado por la City Gate A.

A primera vista, podemos observar que el volumen del GNC a presiones inferiores de los 70 Bares no presenta mayores fluctuaciones comportándose casi de forma lineal. Sin embargo, de allí en adelante el comportamiento del gas natural es totalmente distinto, dando la impresión que se tiene mayor volumen de GNC en las horas del día que en las noches. No obstante, esto no es del todo cierto ya que por la temperatura de las horas diurnas y sobre todo alrededor del mediodía, el gas se expande aumentando la presión dentro del módulo que lo contiene por lo que la presión disminuye lentamente así el flujo sea alto. De manera contraria, al finalizar el día la temperatura del gas vuelve a su estado normal y de hecho disminuye, por lo que sus partículas se contraen disminuyendo rápidamente la presión registrada en el módulo.

Por lo anterior, para un óptimo control de la presión de los módulos es necesario tener muy en cuenta dichas variaciones y manejar cada grafica dependiendo el horario de revisión de la presión.

CITY GATE B:

Por otro lado, los datos obtenidos de la City Gate B se muestran a continuación:

TABLA DE RESULTADOS CITY GATE B TOMADOS EN LAS HORAS DE ALTO CONSUMO (DIURNAS) ENTRE LAS 06:00 Y LAS 18:00 HORAS				
PRESION (Bar)	VOLUMEN PROMEDIO ACUMULADO(m3)	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
0	0	0	0	31
10	65	0	0	31
20	126.24	0	0	30
30	181.74	6.36	40.5	28.16
40	243.90	6.56	43.06	23.18
50	312.59	6.04	36.54	20.51
60	388.19	7.03	53.41	17.28
70	468.38	9.56	91.51	15.15
80	555.59	12.95	167.78	11.67
90	648.01	10.52	110.676	10.73
100	745.31	13.36	178.67	8.98
110	840.56	16.50	272.38	7.74
120	934.88	14.20	201.67	4.33
130	1025.00	24.99	624.96	1.41
140	1104.11	21.99	483.708	-0.73
150	1176.82	23.81	566.94	-4.24
160	1254.42	22.78	519.28	-5.37
170	1307.44	6.40	41.08	-2.44
180	1365.22	18.29	334.83	-2.12
190	1421.02	16.45	270.63	-3.57
200	1471.75	19.32	373.41	-3.91
210	1503.11	10.91	119.24	-2.01
230	1539.01	0.14	0.02	-1.58

Tabla 9. Comportamiento promedio de variables en los módulos de la City Gate B

Con los datos anteriores se obtuvieron los siguientes resultados:

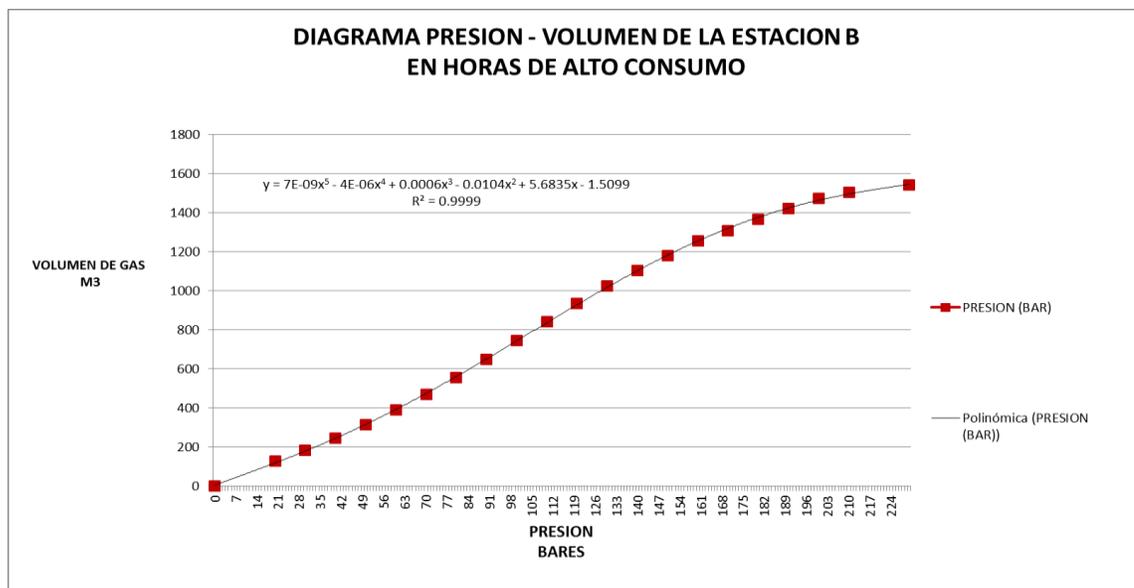


Figura 22. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate B en horas de alto consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

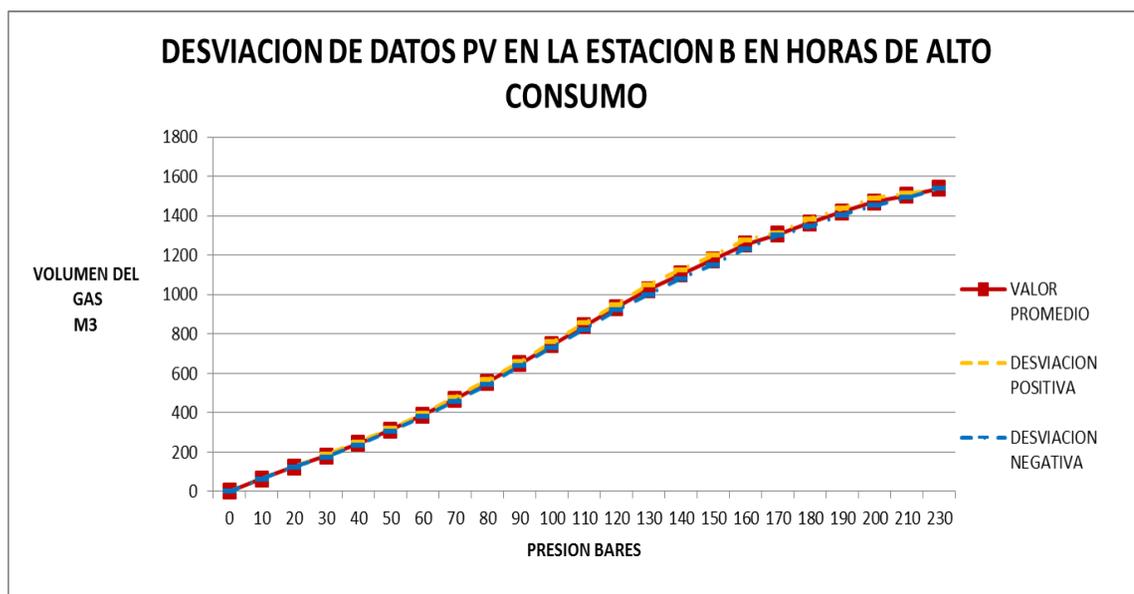


Figura 23. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en la City Gate B en horas de alto consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El comportamiento de los datos recopilados muestra una curva que se modela a través de un polinomio, por lo que al utilizar el método de regresión polinómica, se obtienen la función señalada en la gráfica:

$$y = 7E - 09x^5 - 4E - 06x^4 + 0.0006x^3 - 0.0104x^2 + 5.6835x - 1.5099$$

Hallando el coeficiente de relación R^2 entre las variables de presión y volumen, se obtiene un índice de 0.9999, resultado que nos da a entender que el polinomio encontrado modela con gran confiabilidad las fluctuaciones de una variable con respecto a la otra.

La figura 23 nos muestra la baja desviación que presentan los datos, lo que indica la alta fiabilidad en el polinomio obtenido.

Por otro lado, la fluctuación de la temperatura con respecto a la presión registrada se observa en la siguiente gráfica:

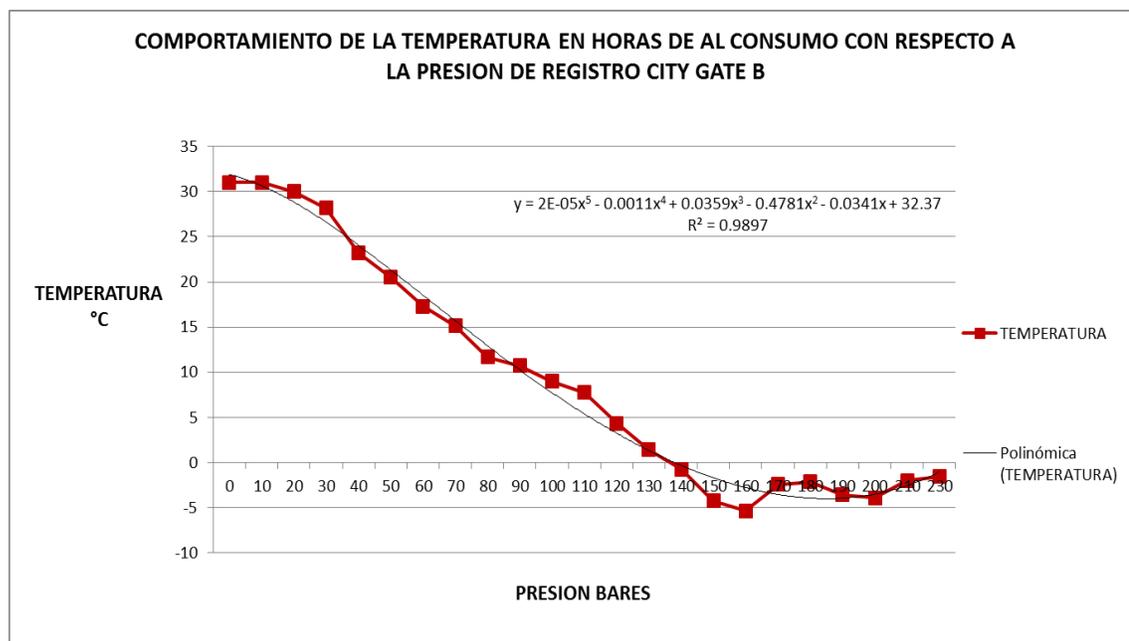


Figura 24. Comportamiento de la temperatura de los módulos principales en horas de alto consumo City Gate B

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Tal como se observa en la figura 24, a diferencia del volumen, la temperatura disminuye conforme aumenta la presión, y la curva que modela su comportamiento está representada por el polinomio:

$$y = 2E-05x^5 - 0.0011x^4 + 0.0359x^3 - 0.4781x^2 - 0.0341x + 32.37$$

Al igual que con el diagrama PV, se calculó el coeficiente de determinación R² dando como resultado 0.9897, indicando la alta correlación negativa existente entre la presión y la temperatura de un módulo.

Por otro lado, los datos obtenidos de la City Gate B en horas de bajo consumo donde la temperatura del ambiente y el caudal entregado por la estación disminuye, se muestran a continuación:

TABLA DE RESULTADOS CITY GATE B TOMADOS EN LAS HORAS DE BAJO CONSUMO (NOCTURNAS) ENTRE LAS 18:00 Y LAS 06:00 HORAS				
PRESION (Bar)	VOLUMEN PROMEDIO ACUMULADO (m3)	DESVIACION ESTANDAR	VARIANZA	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)
0	0	0	0	25
10	66.15	0	0	25
20	126.50	1	1	24
30	179.12	4.58	21.06	23.23
40	233.71	7.47	55.92	20.47
50	286.52	6.33	40.19	16.94
60	344.88	6.51	42.45	16.07
70	407.66	6.31	39.88	15.12
80	472.45	6.96	48.37	13.19
90	540.20	7.51	56.42	11.66
100	608.21	7.35	54.05	9.28
110	677.57	9.54	91.00	5.60
120	746.60	9.14	83.65	4.33
130	806.70	8.26	68.38	1.41
140	859.59	8.06	65.02	-0.73
150	903.55	8.62	74.42	-4.24
160	943.91	6.40	40.95	-5.38
170	971.31	3.31	10.96	-2.44
180	1003.26	10.93	119.48	-3.58

190	1029.33	6.70	44.87	-6.89
200	1050.38	2.90	8.40	-5.01
210	1066.26	3.03	9.19	-4.50
230	1089.70	4.87	23.80	-3.99

Tabla 10. Comportamiento promedio de variables en horas de bajo consumo en los módulos de la City Gate B

Con los resultados anteriores, podemos obtener los siguientes diagramas:

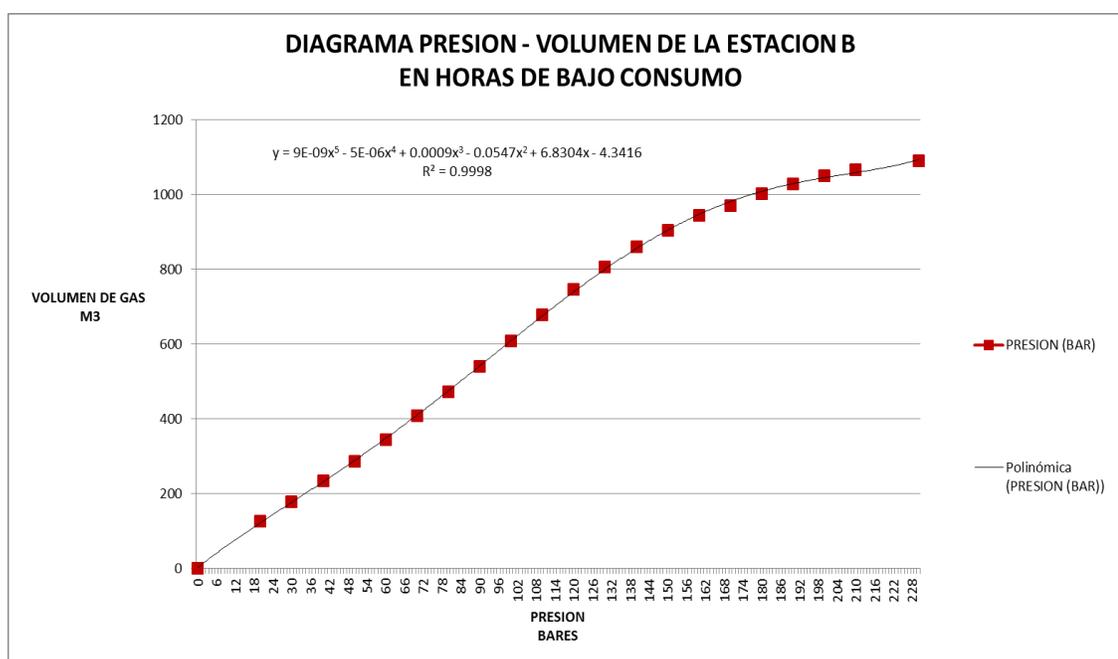


Figura 25. Diagrama PV módulo de GNC en City Gate B en horas de bajo consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

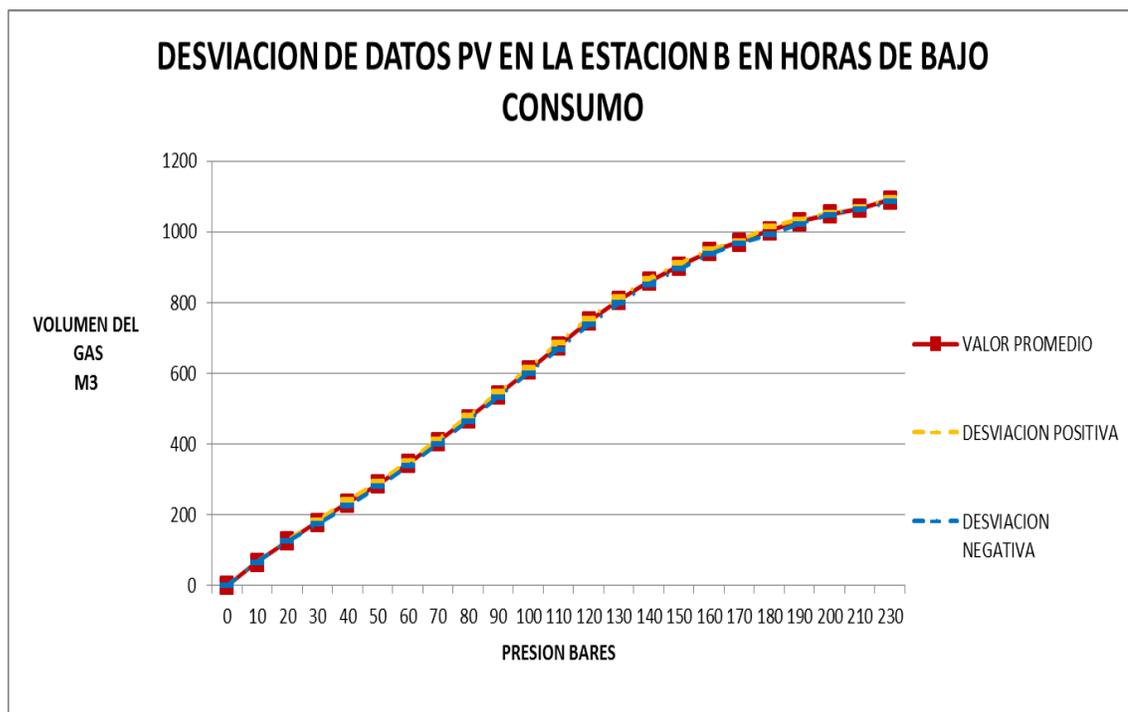


Figura 26. Desviación de los datos de P-V de un módulo de GNC en City Gate B en horas de bajo consumo

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El polinomio que mejor se ajusta a los datos según la línea de tendencia de Excel es el siguiente:

$$y = 9E-09x^5 - 5E-06x^4 + 0.0009x^3 - 0.0547x^2 + 6.8304x - 4.3416$$

Calculando el coeficiente de determinación R^2 , obtenemos un índice de 0.9998, dato que nos da a entender que al igual que con los demás diagramas, la correlación entre presión y temperatura es muy alta.

La desviación en este caso es mínima con respecto a los demás escenarios estudiados, siendo el mayor valor de desviación 10.93 m³.

El comportamiento promedio de la temperatura para las horas de bajo consumo es el siguiente:

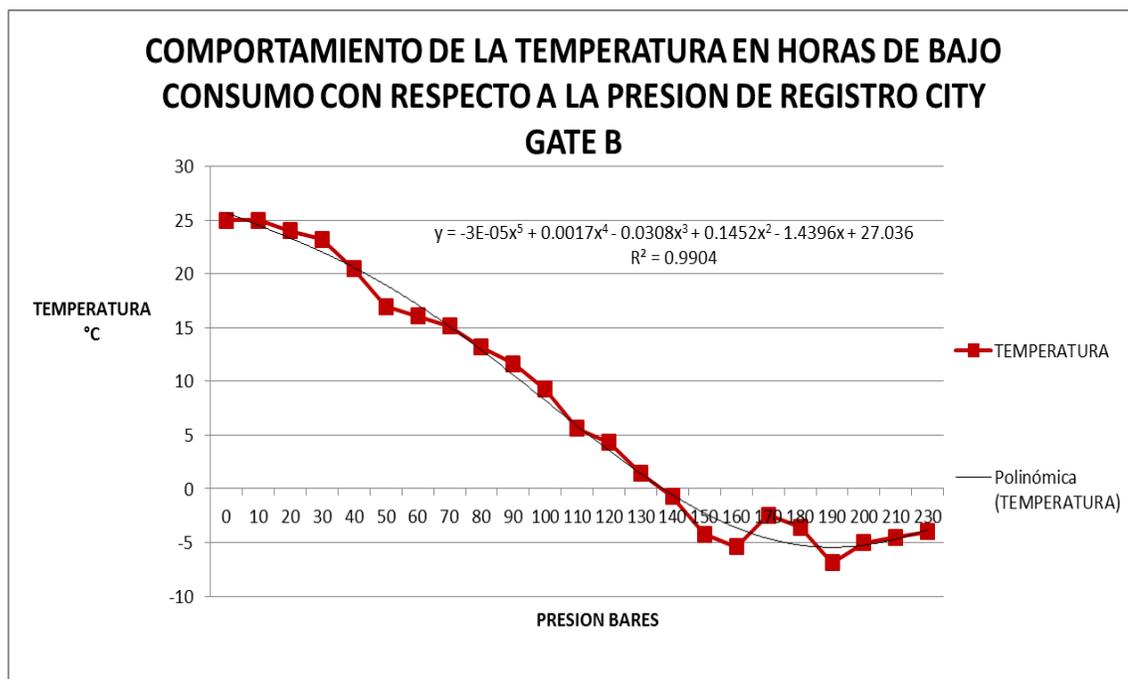


Figura 27. Comportamiento de la temperatura en los módulos principales en horas de bajo consumo City Gate B

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

El polinomio que modela su comportamiento es:

$$y = -3E-05x^5 + 0.0017x^4 - 0.0308x^3 + 0.1452x^2 - 1.4396x + 27.036$$

Su coeficiente de determinación R^2 es muy cercano a uno (0.9904), concluyendo de esta manera la alta correlación presentada entre estas dos variables analizadas.

Como resumen de los datos recopilados, se obtuvo el siguiente diagrama el cual permite observar la dinámica del GNC bajo ciertas variables como la temperatura y el flujo entregado:

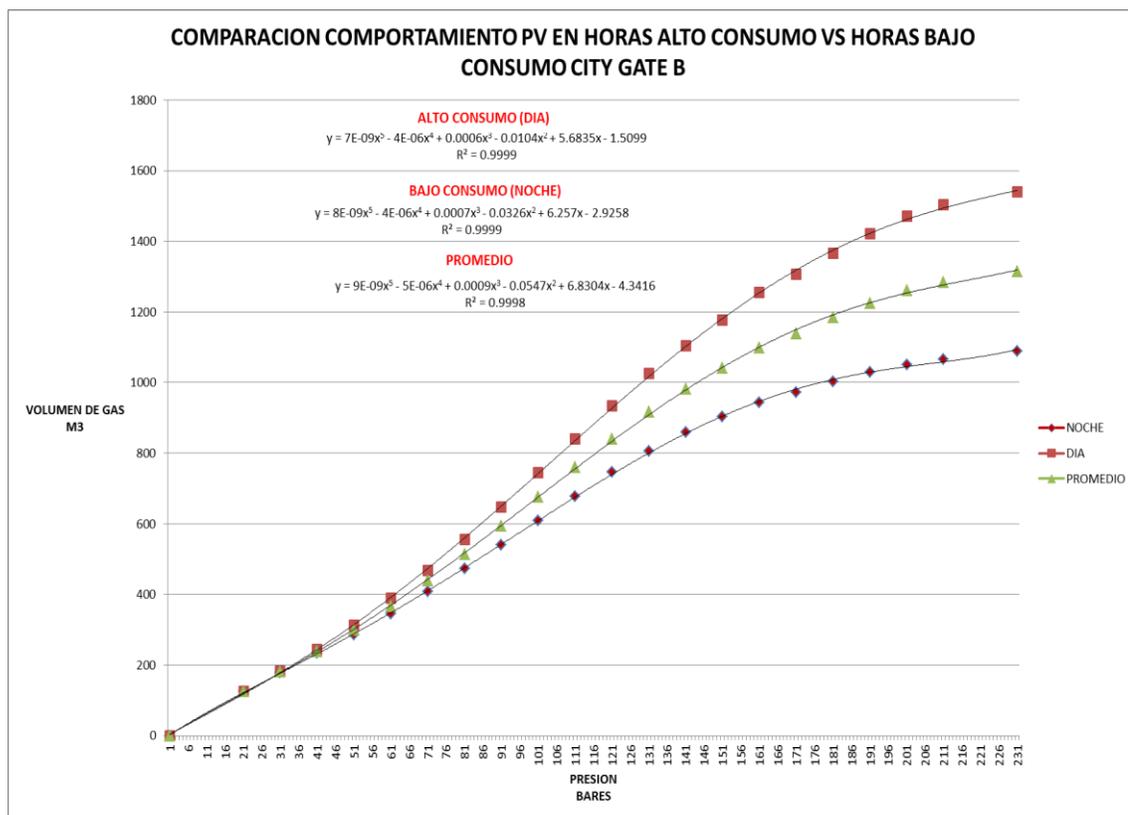


Figura 28. Comportamiento de la presión vs el volumen en horas de alto, promedio y bajo consumo en la City Gate B

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

En la anterior figura se muestra la dinámica del GNC en Horas de alto y bajo consumo, al igual que el promedio entre estas en la City Gate B. A diferencia de la City Gate A, la presión se comporta de manera lineal hasta los 40 Bares, de allí en adelante el volumen entregado registrado durante el día aumenta. La principal causa de esto radica en la temperatura ambiente donde se encuentra ubicada esta estación, ya que es 6° C mayor aproximadamente a la de la City Gate A.

Si comparamos los diagramas de comportamiento del GNC promedios que se obtuvieron con cada City Gate con respecto al brindado y adaptado por el centro de control y distribución, podemos darnos cuenta que existe una gran similitud entre estos, tal como se detallan en la siguiente tabla y su respectiva gráfica:

TABLA DE DATOS DE PRESION, VOLUMEN Y VALORES ESTADISTICOS DE LOS DIAGRAMAS OBTENIDOS Y DEL DIAGRAMA PROPORCIONADO POR EL FABRICANTE					
	CITY GATE A	CITY GATE B	FABRICANTE	PROMEDIO	DESVIACION
0	0	0	0	0	0.050063797
10	66.15395	62.94692	53	61	6.974405391
20	124.5083	118.2146	108	117	8.294098418
30	180.4348	170.5673	167	173	7.143632007
40	237.7719	223.5646	229	230	7.185575289
50	298.9974	279.6811	295	291	10.21127822
60	365.4027	340.4266	365	357	14.43083154
70	437.265	406.4669	440	428	18.50382611
80	514.0217	477.7429	517	503	21.91106017
90	594.4431	553.5919	597	582	24.44627934
100	676.806	632.867	679	663	26.00925733
110	759.0668	714.0575	761	745	26.5279447
120	839.035	795.4093	842	825	25.94505222
130	914.5467	875.0447	919	903	24.23975206
140	983.6376	951.0829	992	975	21.45192395
150	1044.716	1021.76	1061	1042	19.63191592
160	1096.738	1085.549	1124	1102	19.9850678
170	1139.378	1141.28	1184	1155	25.27234699
180	1173.204	1188.262	1240	1201	35.23620657
190	1199.851	1226.4	1294	1240	48.31792335
200	1222.193	1256.316	1344	1274	62.89255376
210	1244.516	1279.473	1392	1305	77.14876585
220	1272.695	1298.29	1438	1336	88.94875148
230	1314.363	1316.265	1482	1371	96.0819383

Tabla 11. Datos de los valores promedio de diagramas PV obtenidos, datos del diagrama PV proporcionado por el fabricante y valores estadísticos

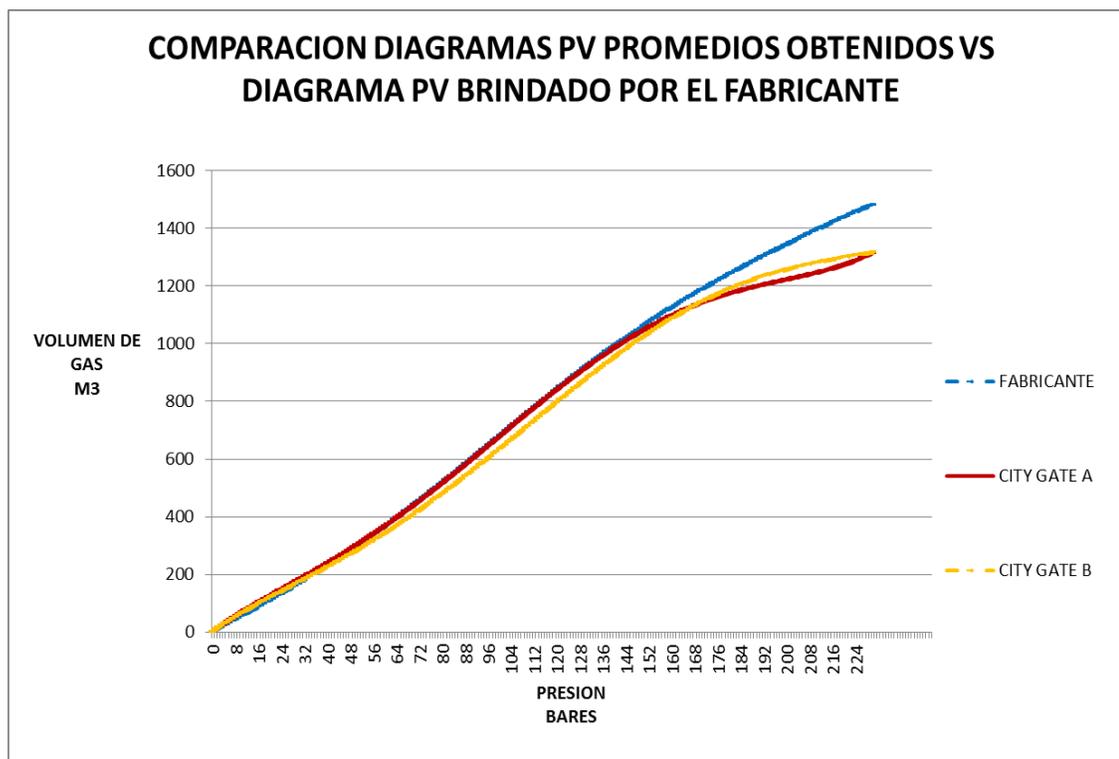


Figura 29. Comparación entre diagramas PV promedios obtenidos VS diagrama PV entregado al CCD por el fabricante

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Como se puede observar en la anterior figura, la similitud entre los comportamientos de presión vs volumen es muy evidente entre los diagramas promedios obtenidos y el proporcionado por el fabricante. Sin embargo, es muy claro que a los 150 bares, el comportamiento del GNC presenta un punto de inflexión, donde se observa una declinación de los valores de los tres (3) diagramas, siendo el del fabricante el de menor pendiente negativa. Una de las causas de lo anterior puede ser que el fabricante construye su diagrama a partir de pruebas con unas variables fijas tales como el flujo de salida, la temperatura ambiente, la presión atmosférica, etc, obteniendo como resultado un diagrama más rectilíneo sin tantas fluctuaciones.

Al analizar el nivel de dispersión promedio entre los diagramas presentados en la figura 29, se obtiene una desviación de 7.99 m³ si se toman los valores obtenidos hasta

los 150 bares, valor que es bastante bueno y confiable. Sin embargo, si se calcula la desviación promedio con la totalidad de los datos se obtiene una fluctuación de 29.54 m³, valor que refleja que los datos presentan su mayor divergencia a partir de los 150 bares en adelante, por lo que el diagrama utilizado por el CCD contiene un error significativo en su cálculo de volumen con respecto a la presión registrada.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta los diagramas obtenidos con las fluctuaciones presentadas en horas de alto y bajo consumo, se llegó a la conclusión que lo ideal y lo más acertado era calcular la disponibilidad de gas natural de los módulos teniendo en cuenta el comportamiento que posee en las diversas horas de consumo. Es decir, calcular por intervalos de tiempo el valor disponible de gas natural dependiendo de la presión de registro y su hora de registro. En términos más fáciles de entender, si observamos una presión x de registro entre las 06:00 y las 18:00 horas utilizaremos el polinomio obtenido en las horas de alto consumo dependiendo la City Gate, en caso contrario utilizaremos el polinomio obtenido en horas de bajo consumo. De esta forma, podremos tener un dato más claro y preciso de la cantidad de gas natural disponible en ese momento para saberlo administrar.

Ahora bien, para complementar lo anterior, un factor clave para poder administrar el gas natural disponible en los módulos de cada City Gate es conocer con cierto grado de confiabilidad la cantidad de gas natural que se irá a consumir durante un intervalo de tiempo en la población, esto se logra por medio de pronósticos, lo cual se estará explicando en el siguiente numeral.

7. ANALISIS Y SELECCIÓN DEL MODELO DE SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO DE GNC

De acuerdo con las observaciones y factores claves que se encontraron en el punto anterior, es necesario determinar la naturaleza de la demanda y su comportamiento con el fin de establecer qué tipo de modelo de inventario se adecua a los requerimientos del CCD para aumentar la eficiencia en el consumo de GNC.

Para analizar el comportamiento de la demanda, es necesario observarla desde dos diferentes enfoques, primero la demanda diaria y finalmente la demanda semanal, con el fin de detallar de manera minuciosa los patrones de fluctuación.

7.1. Análisis de la demanda:

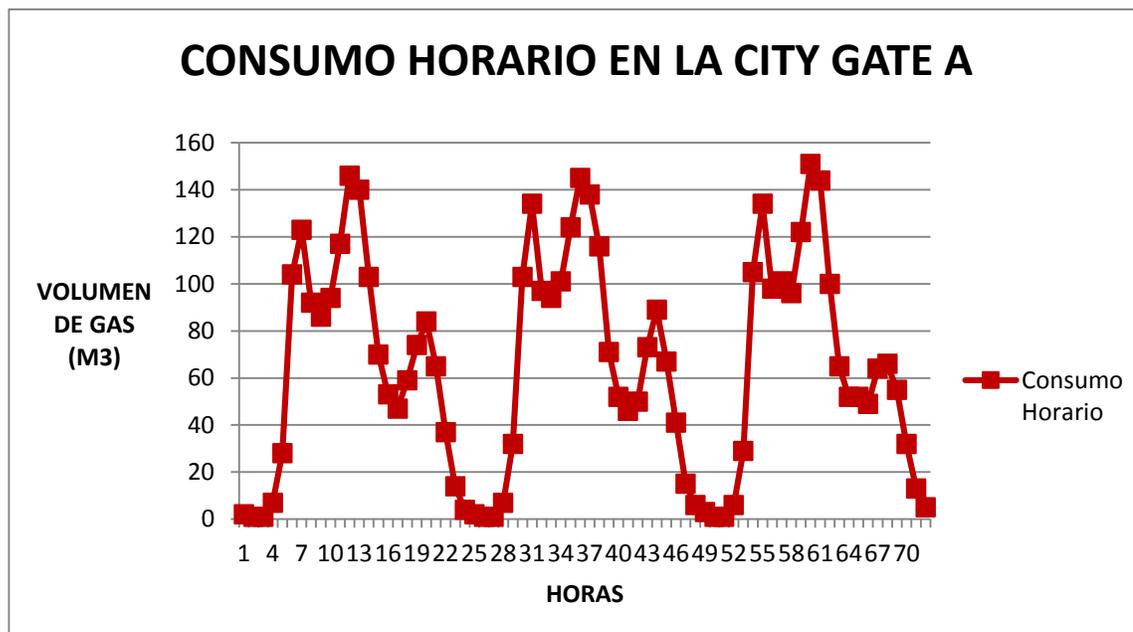


Figura 30. Comportamiento de consumo horario entregado por día en la City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

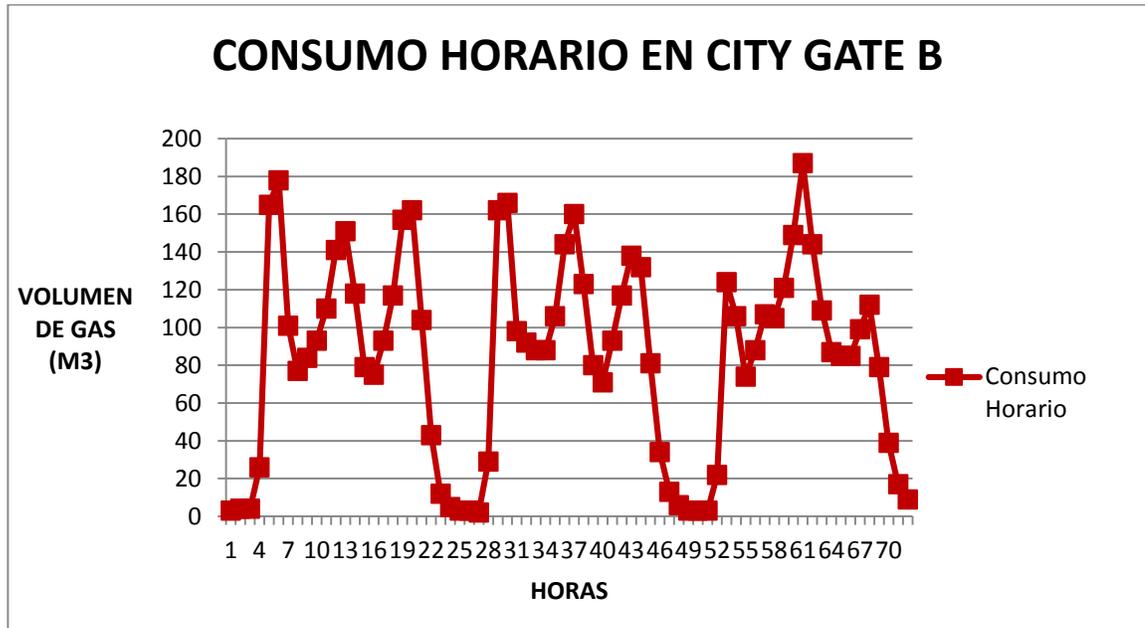


Figura 31. Comportamiento de consumo horario entregado por día en la City Gate B

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

Como se puede apreciar en las figuras 30 y 31, los picos de consumo se repiten todos los días y con las mismas fluctuaciones dependiendo de cada City Gate. A pesar que se pueden evidenciar diferencias en las horas y niveles en que se presentan los picos entre estaciones, se puede afirmar que lo único en que realmente cambia el comportamiento de la demanda es en el nivel de consumo dependiendo la tendencia que siga la semana.

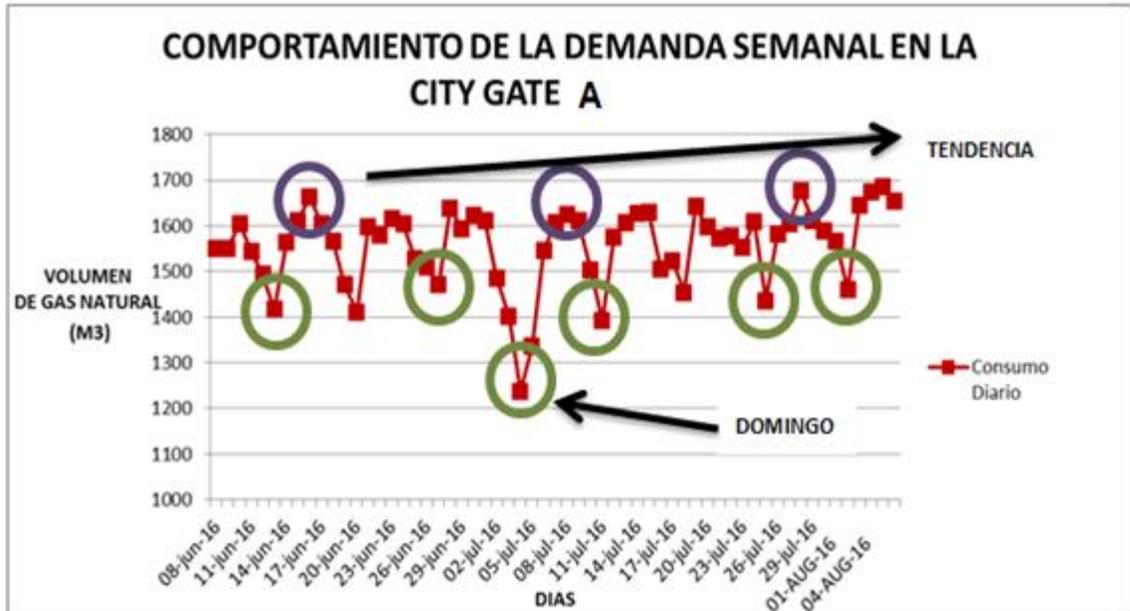


Figura 32. Comportamiento de demanda semanal en la City Gate A

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD



Figura 33. Comportamiento de demanda semanal en la City Gate B

Fuente: Datos tomados de los archivos del CCD

En todas las estaciones de descompresión aquí evaluadas, se contemplan patrones estacionales que se repiten diariamente, pero más aún se repiten de forma semanal, tal como se puede evidenciar en las figuras 32 y 33, allí se pueden observar los puntos especiales como el día Domingo, donde la demanda se reduce con respecto a los demás días. De igual forma, se detalla el comportamiento de los picos de demanda entre días similares, los cuales se repiten semana tras semana diferenciándose uno del otro por su nivel y tendencia.

Por lo anterior, al evaluar y analizar el comportamiento de la demanda presentada en las poblaciones objeto de estudio podemos llegar a la conclusión que el método más adecuado para utilizar de acuerdo a lo sugerido por Vidal (2005) para este tipo de patrón de demanda, es el modelo de pronóstico de Holt – Winters..

El modelo de Holt - Winters posee diversos métodos de cálculo que dependen de la naturaleza de la demanda para su uso y cuyas ecuaciones y diferencias pueden ser vistas en el trabajo presentado por Tratar y Strmcnik (2016, pág. 269). Sin embargo, los métodos más reconocidos y utilizados son los denominados multiplicativo y aditivo cuyas ecuaciones son las siguientes:

Holt – Winters Multiplicativo:

- **Nivel de la serie:**

$$L_t = \alpha \left(\frac{Y_t}{S_{t-L}} \right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

- **Tendencia:**

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- **Estacionalidad:**

$$S_t = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

- **Pronóstico para periodos futuros:**

$$Y_{t+m} = (L_t + T_t m) S_{t-L+m}$$

Holt – Winters Aditivo:

- **Nivel de la serie:**

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-L}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

- **Tendencia:**

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- **Estacionalidad:**

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

- **Pronóstico para periodos futuros:**

$$Y_{t+m} = L_t + T_t m + S_{t-L+m}$$

En donde:

L_t : Nivel de la serie en el tiempo t

α : Constante de Suavizamiento para el nivel de la serie

T_t : Tendencia de la serie en el tiempo t

β : Constante de Suavizamiento para la tendencia de la serie

S_t : Valor de la estacionalidad en el tiempo t

γ : Constante de Suavizamiento para la estacionalidad de la serie

Y_t : Dato observado en el tiempo t

m : Número de periodos a pronosticar

L : Longitud de la estacionalidad (ejemplo, días, semanas, mese, años, etc)

Las constantes de Suavizamiento deben oscilar entre 0 y 1.

Los métodos de pronósticos requieren de datos para efectuar su objetivo, por lo que se estableció un procedimiento para obtener datos externos procedentes del SCADA a un libro de Excel llamado “Proyecto GNC” con el fin de analizarlos, estudiar sus componentes y establecer el grado de confiabilidad de cada uno de los modelos mencionados anteriormente.

7.2. Recolección de datos:

Teniendo en cuenta que todos los valores de demanda de todas las estaciones de GNC son guardados en servidores de bases de datos, se modificó y programo el SCADA para que diariamente y de manera automática exportara en un archivo plano de Excel los datos de consumo horario y con un volumen de datos de 56 días contando desde el día actual (1344 datos por City Gate). En la siguiente figura se puede apreciar la estructura y la apariencia de este archivo:

1	Historia Diaria Medidores Master XARTU 1P/1T				
2	-----				
3	Nombre de	CG_92 - B			
4	Datos Histor	01/01/00 12	hasta	08/30/16 01:17	
5	Identificac	2451			
6	-----				
7	Reporte Historico Diario Medidor #1				
8					
9	Estacion	Fecha	Hora	Volumen Total 1	Vol Total 2
10					
11	CG_92 - B	07-jun-16	09:00AM	481	
12	CG_92 - B	07-jun-16	10:00AM	576	
13	CG_92 - B	07-jun-16	11:00AM	686	
14	CG_92 - B	07-jun-16	12:00PM	820	
15	CG_92 - B	07-jun-16	01:00PM	949	
16	CG_92 - B	07-jun-16	02:00PM	1049	
17	CG_92 - B	07-jun-16	03:00PM	1115	
18	CG_92 - B	07-jun-16	04:00PM	1171	
19	CG_92 - B	07-jun-16	05:00PM	1221	
20	CG_92 - B	07-jun-16	06:00PM	1272	
21	CG_92 - B	07-jun-16	07:00PM	1344	
22	CG_92 - B	07-jun-16	08:00PM	1427	
23	CG_92 - B	07-jun-16	09:00PM	1494	
24	CG_92 - B	07-jun-16	10:00PM	1531	
25	CG_92 - B	07-jun-16	11:00PM	1546	

Figura 34. Imagen estructura y apariencia base de datos de las City Gate en estudio exportada desde el SCADA

Fuente: Bases de datos CCD

Estos datos son halados y organizados a una macro desarrollada en Excel a través de un hipervínculo que posee condicionales lógicos para actualizarlos día tras día por medio de un botón programado para tal fin. En caso que pueda existir alguna

discrepancia con algunos de los datos, ya sea por error en la comunicación entre el modem de la estación y el SCADA o por traducción errada de los datos por parte de la RTU, el archivo reemplaza el dato por uno de la semana inmediatamente anterior para tener la mayor similitud posible.

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet with a table of consumption data. The table has columns for 'DIA', 'FECHA', 'HORA', and three columns of numerical data. A file explorer window is open over the spreadsheet, showing a folder named 'Mensual_Horario_GNC' selected. The file explorer also displays a list of files and folders, including 'desogas', 'DOCS', 'DOTNETFX', 'I006', 'Language Pack', 'META-INF', 'SUPPORT', 'VALLEADO', and 'LEEME'. The file explorer also shows a preview of a text file with the following content:

```

Historia diaria Medidores
WASER XARTU IP/IT.....
-----
Nombre de la estacion, CG...
datos historicos desde,
01/01/00 12:00, hasta,
10/04/16 01:17 ...
Identificacion: 2451.....
Reporte
Historico diario Medidor #
1.....
ESTACION .....Fecha
.HORA .....volumen
Total.vol Total 2...

```

The Excel spreadsheet data is as follows:

HISTORICO REGISTRO DE CONSUMOS						
DIA	N° de errores por datos > 3000		0	0	0	
	N° de errores por datos negativos		0	0	0	
	N° de días atrás para corregir error (7,14,21)		7	7	7	
	FECHA	HORA				
56	21-Jul-16	12:00AM				
56	21-Jul-16	01:00AM				
56	21-Jul-16	02:00AM				
56	21-Jul-16	03:00AM				
56	21-Jul-16	04:00AM				
56	21-Jul-16	05:00AM				
56	21-Jul-16	06:00AM				
56	21-Jul-16	07:00AM				
56	21-Jul-16	08:00AM				
56	21-Jul-16	09:00AM				
56	21-Jul-16	10:00AM				

Figura 35. Imagen Tabla de registro de datos exportados del SCADA

7.3. Ingreso y filtración de datos:

Con los datos de demanda ya organizados, es necesario tener un filtro para depurar la información recolectada en el paso anterior y analizarla dependiendo los datos que se registren en el SCADA en el momento de consulta, por lo que se diseñó un cuadro donde el operador debe ingresar la fecha y hora de consulta, la presión de registro

dependiendo la City Gate y la presión de desconexión deseada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		α	β	γ	MAPE									
2	CITY GATE A	0.002315	0.007826617	0.306018	11.74%									
3	CITY GATE B	0	0.5	0.5	16.99%									
4														
5														
6														
7														
8	MINIMIZAR	12%												
9														
10														
11														
12														
13														

	FECHA	HORA		
	15/09/2016	13:05	ACTUALIZAR DATOS	IR A MANUAL

CITY GATE	PRESION ACTUAL	PRESION DE DESCONEXION	Nº DE MODULOS	FECHA Y HORA DE DESCONEXION
CITY GATE A	206	56	5	domingo, 18 de septiembre de 2016, 06:06 p.m.
CITY GATE B	100	30	5	viernes, 16 de septiembre de 2016, 03:30 p.m.

Figura 36. Cuadro para ingreso de datos

7.4. Análisis de los datos:

Una vez organizados y depurados los datos históricos de consumo, son halados a una hoja dependiendo de la estación, donde se organizan nuevamente y se analizan sus componentes sistemáticos.

P/2	DIA	HORA	PERIODO	DEMANDA	Fator Est	HOLT WINTERS MULTIPLICATIVO				HOLT WINTERS ADITIVO			
						St	Lt	Tt	Yt+1	St	Lt	Tt	Yt+1
21	01:00	1	2	0.001268	0.002502					-797.286			
21	02:00	2	3	0.001902	0.003753					-796.286			
21	03:00	3	5	0.003171	0.006256					-794.286			
21	04:00	4	9	0.005707	0.01126					-790.286			
21	05:00	5	39	0.024731	0.048794					-760.286			
21	06:00	6	142	0.090044	0.177659					-657.286			
21	07:00	7	275	0.174382	0.344057					-524.286			
21	08:00	8	374	0.237159	0.467918					-425.286			
21	09:00	9	467	0.296132	0.584272					-332.286			
21	10:00	10	561	0.355739	0.701877					-238.286			
21	11:00	11	677	0.429296	0.847006					-122.286			
21	12:00	12	818	0.518706	1.023414					18.71429			
21	13:00	13	958	0.607483	1.19857					158.7143			
21	14:00	14	1062	0.673431	1.328686					262.7143			
21	15:00	15	1190	0.71655	1.413762					330.7143			
21	16:00	16	1185	0.751427	1.482574					385.7143			
21	17:00	17	1234	0.782498	1.543878					434.7143			
21	18:00	18	1293	0.819311	1.617634					493.7143			
21	19:00	19	1367	0.866836	1.710277					567.7143			
21	20:00	20	1457	0.923906	1.822878					657.7143			
21	21:00	21	1523	0.969562	1.912958					729.7143			
21	22:00	22	1562	0.990488	1.954245					762.7143			
21	23:00	23	1575	0.998732	1.970509					775.7143			
21	00:00	24	1578	1.000634	1.974263					778.7143			
22	01:00	25	2	0.001268	0.002502					-797.286			
22	02:00	26	3	0.001902	0.003753					-796.286			
22	03:00	27	4	0.002536	0.005004					-795.286			
22	04:00	28	8	0.005073	0.010009					-791.286			
22	05:00	29	35	0.022194	0.043789					-764.286			
22	06:00	30	143	0.090679	0.178931					-656.286			

Figura 37. Imagen análisis de componentes sistemáticos de la demanda de una City Gate

7.5. Cálculo pronóstico:

Ahora bien, con el análisis de los componentes de la demanda tanto para el modelo aditivo como multiplicativo del método de Holt Winters, se procede a efectuar pruebas haciendo pronósticos, graficas de los mismos y evaluando el error de cada uno de los modelos con el fin de visualizar los enfoques brindados por estos, su dinamicidad y versatilidad frente al comportamiento de la demanda y analizar la fiabilidad de cada uno.

Datos Revisar Vista Programador

Ajustar texto

Combinar y centrar

Alineación

General

\$ % 000

Número

Formato condicional

Dar formato como tabla

Estilos de celda

Insertar Eli

1)

Q	R	S	T	U	V	W	X
	FECHA DE PRONOSTICO	HORA	PERIODO	DEMANDA MULTIPLICATIVA ACUMULADA	DEMANDA MULTIPLICATIVA	DEMANDA ADITIVA ACUMULADA	DEMANDA ADITIVA
	15/09/2016	01:00	1.00	1	1	3	1
		02:00	2.00	3	1	4	1
		03:00	3.00	4	6	5	6
		04:00	4.00	10	34	11	34
		05:00	5.00	44	115	45	115
		06:00	6.00	159	138	159	137
		07:00	7.00	297	107	297	106
		08:00	8.00	403	100	403	99
		09:00	9.00	503	96	503	95
		10:00	10.00	599	120	598	119
		11:00	11.00	718	149	717	148
		12:00	12.00	867	140	866	140
		13:00	13.00	1008	104	1006	103
		14:00	14.00	1111	72	1109	72
		15:00	15.00	1183	58	1181	58
		16:00	16.00	1241	50	1239	50
		17:00	17.00	1292	59	1289	59
		18:00	18.00	1351	80	1348	80
		19:00	19.00	1431	92	1428	92
		20:00	20.00	1523	69	1520	69
		21:00	21.00	1592	39	1589	39
		22:00	22.00	1632	17	1628	17
		23:00	23.00	1649	5	1645	5
		00:00	24.00	1654	0	1650	0
		01:00	25.00	2	1	3	1
		02:00	26.00	3	2	4	2
		03:00	27.00	5	5	6	5
		04:00	28.00	10	30	11	30

Figura 38. Imagen cálculo de pronósticos de los modelos aditivo y multiplicativo del método de Holt- Winters

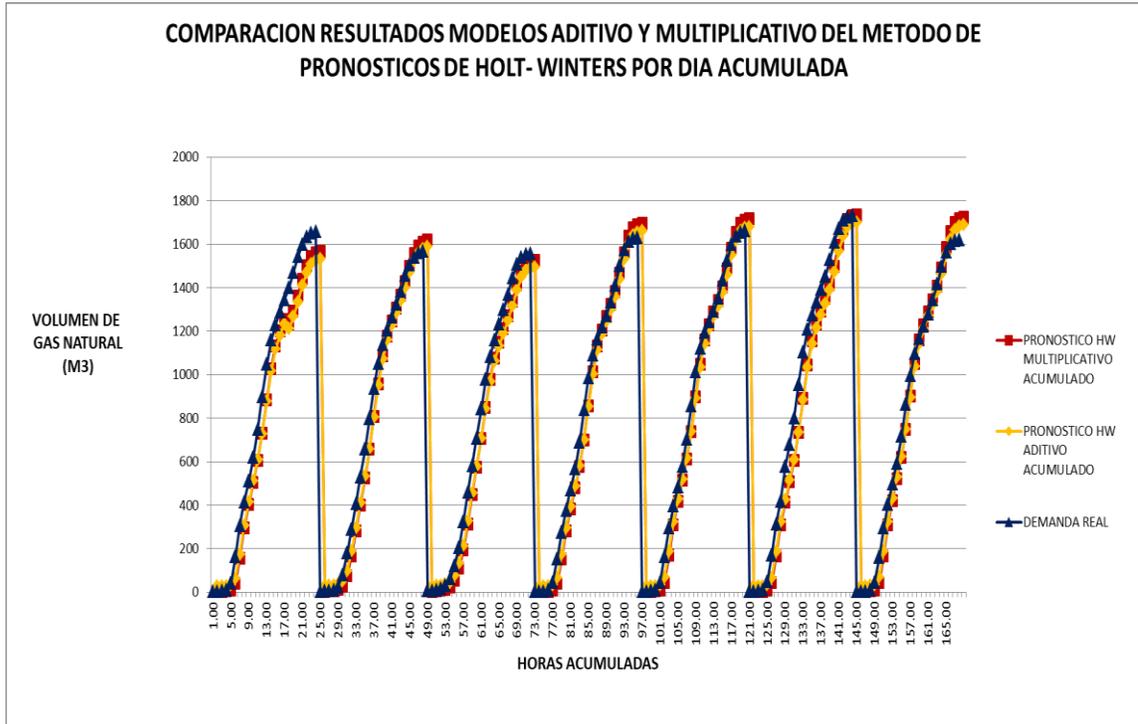


Figura 39. Comparación resultados modelo aditivo y multiplicativo del método de pronósticos de Holt-Winters con demanda de GNC acumulada por día

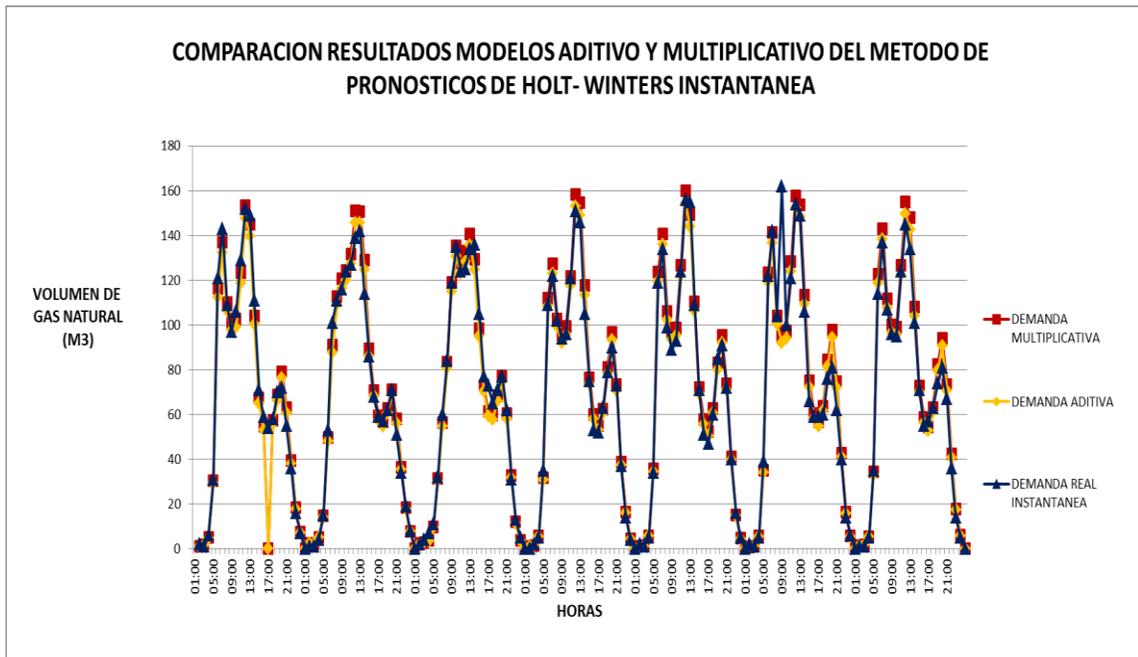


Figura 40. Comparación resultados modelo aditivo y multiplicativo del método de pronósticos de Holt-Winters con demanda de GNC instantánea.

HOLT - WINTERS MULTIPLICATIVO	α	β	γ	HOLT - WINTERS ADITIVO	A	β	γ
	0,000353188	0,03648075	0,243062736		0,000353188	0,03648075	0,243062736
ERROR	-33909,79			ERROR	-48946,98		
MSE	1711121,59408057			MSE	3565188,18		
MAD	59,32			MAD	78,67		
σ	68,99			σ	48,46		
MAPE	11.88%			MAPE	521,08%		
SEÑAL DE RASTREO	- 0.85			SEÑAL DE RASTREO	-0,93		
SUMA ACUMULADA DE ERRORES DE PRONÓSTICO	-50,46099381			SUMA ACUMULADA DE ERRORES DE PRONÓSTICO	-72,83776191		

Tabla 12. Cálculo de las mediciones del error de pronóstico para ambos modelos bajo estudio

Nota: Los valores de las constantes de Suavizamiento fueron hallados y optimizados mediante la herramienta solver de Excel cuyo funcionamiento fue programado con sus respectivas restricciones con el botón denominado “MINIMIZAR” el cual puede ser observado en el costado izquierdo de la figura 36.

Con los resultados de las ecuaciones de los modelos de pronósticos bajo estudio observados en las figuras 39 y su respectiva grafica comparativa con la demanda real ilustrada en la figura 40, podemos darnos cuenta que el componente permanente del modelo de Holt – Winters aditivo no reinicia sus valores diariamente tal cual como lo indica la demanda que lo alimenta, sino que comienza con un nivel de aproximadamente 20 veces mayor al valor real, lo que representa un error significativo en este pronóstico.

Analizando los resultados obtenidos y teniendo en cuenta los errores conseguidos con cada tipo de pronóstico, podemos darnos cuenta que ambos métodos calculan de manera correcta la tendencia y estacionalidad de la demanda, sin embargo, el factor decisivo es el nivel de ésta, por lo que teniendo en mente las observaciones anteriormente realizadas, podemos concluir que el método de pronostico que más se ajusta y mejor se comporta para ser utilizado en nuestro sistema de control de inventarios es el multiplicativo, y esto es ratificado en la tabla 12 con los cálculos de su error, donde se puede apreciar que cada uno de estos es inferior al presentado por el método aditivo dando como resultado la suma acumulada de errores 22,37 puntos menos, principalmente el error medio absoluto (MAPE por sus siglas en inglés) es significativamente bajo (11,88%) frente al arrojado por el modelo aditivo (521,08%).

Por los resultados presentados en la tabla 12, el modelo multiplicativo de Holt – Winters fue el seleccionado para ser utilizado en nuestro sistema de control de inventarios debido a su bajo error presentado durante las pruebas.

Ahora bien, una vez seleccionado el método de pronósticos más confiable, se procede a plantear el procedimiento más eficiente para calcular la cantidad de gas natural disponible en un momento determinado teniendo en cuenta la fluctuación del GNC en horas de alto y bajo consumo, y el respectivo pronóstico de demanda para cada estación, Posteriormente, es necesario relacionarlos y automatizarlos con el fin de evitar cálculos repetitivos y optimizar el proceso de programación de cargues de GNC.

8. PLANTEAMIENTO DEL PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE GNC DISPONIBLE TENIENDO EN CUENTA LA FLUCTUACION DEL GAS NATURAL A LA TEMPERATURA

El primer paso para establecer nuestro sistema de control de inventario, es plantear la manera de calcular y verificar la cantidad de GNC disponible en cualquier momento, teniendo en cuenta el comportamiento del gas natural en horas de alto y bajo consumo visto en los numerales anteriores.

Por lo anterior, se diseñó en una de las hojas del libro de Excel denominado “Proyecto GNC” un modelo lógico en donde se analiza por medio de las ecuaciones obtenidas con las regresiones polinómicas observadas en las figuras 21 y 28 para las City Gate A y B respectivamente, los valores de disponibilidad de GNC y su consumo dependiendo de la hora de consulta y de la presión de desconexión deseada.

Para explicar con más detalles lo anterior, se planteó la forma de calcular la disponibilidad de GNC de la siguiente forma:

Paso 1: Calcular la totalidad de gas natural disponible en el momento de consulta teniendo en cuenta si es hora de alto o bajo consumo:

Por medio de condicionales lógicos, se analiza si la hora de consulta que el operador diligencia pertenece o no a un horario de alto o bajo consumo. Una vez discriminado su tipo de horario, es utilizado el método de interpolación de Newton también llamado método de diferencias divididas alimentado con los valores de las tablas 7, 8, 9 y/o 10 según corresponda, junto con el dato de presión actual para calcular de esta manera el valor aproximado de gas natural disponible en cada módulo.

De acuerdo a lo planteado por Newton, si se tienen $n+1$ datos, en nuestro caso los datos de demanda horaria, es posible definir un polinomio $f(x)$ que se aproxime a estos, con el fin de calcular los valores internos entre horas.

El procedimiento general y las fórmulas utilizadas para utilizar este método de interpolación para un polinomio de orden n , se observa en los apuntes realizados por Flores (2016):

$$F_n(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + b_n(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1})$$

Para un polinomio de n -ésimo orden se requieren $n + 1$ puntos. Dónde:

$$b_0 = f(x_0) \quad b_1 = f(x_1, x_0)$$

$$b_2 = f(x_2, x_1, x_0)$$

$$b_3 = f(x_3, x_2, x_1, x_0) \dots$$

$$b_n = f(x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0)$$

Donde las evaluaciones puestas entre paréntesis son diferencias divididas finitas, es decir:

$$f(x_i, x_j) = \frac{f(x_i) - f(x_j)}{x_i - x_j}$$

La segunda diferencia dividida es:

$$f(x_i, x_j, x_k) = \frac{f(x_i, x_j) - f(x_j, x_k)}{x_i - x_k}$$

La n -ésima diferencia dividida es:

$$\begin{aligned} f(x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0) \\ = \frac{f(x_n, x_{n-1}, \dots, x_2, x_1) - f(x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_1, x_0)}{x_n - x_0} \end{aligned}$$

La implementación del método de interpolación de diferencias divididas de Newton se aplicó en la siguiente tabla:

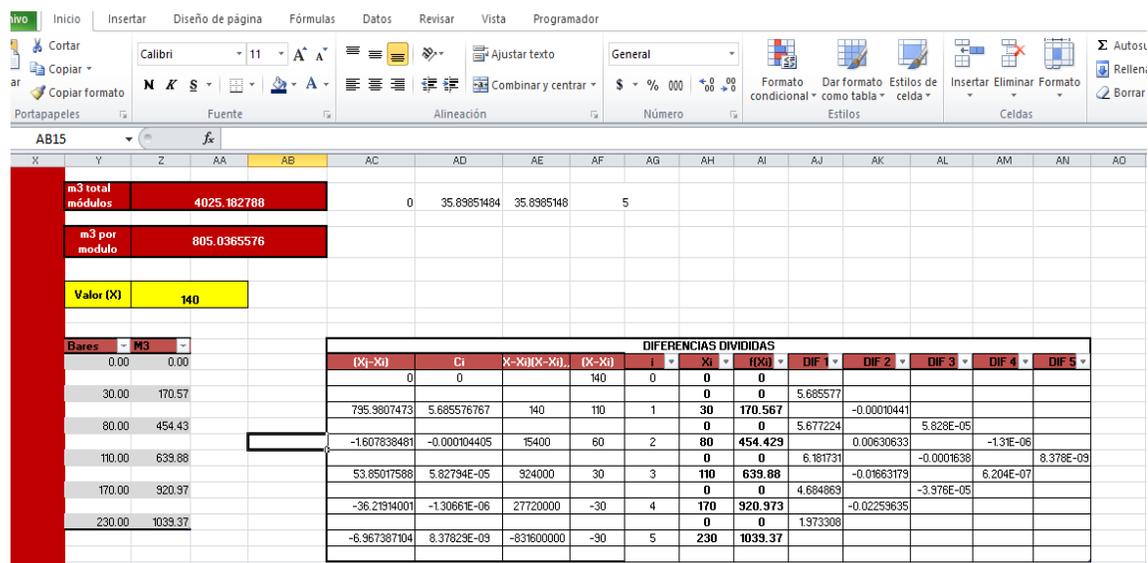


Figura 41. Uso de interpolación de newton para calcular el gas natural disponible en la City Gate A

En la figura 41 podemos observar en un recuadro demarcado con color rojo el valor aproximado del gas natural disponible en cada módulo de la City Gate A con una presión de entrada de 140 Bares, al igual que podemos observar el valor total disponible en la City Gate con el total de los módulos en servicio señalado en el recuadro superior rojo.

Paso 2: Calcular el volumen de gas natural contenido en los módulos según la presión de desconexión deseada, teniendo en cuenta si es hora de alto o bajo consumo:

De acuerdo con el paso anterior, se realizan los mismos cálculos con la diferencia que el dato de búsqueda en la interpolación es la presión de desconexión deseada.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data in the left column (rows 24-31):

24		
25	m3 noche	1405.488348
26		
27	m3 por modulo	281.0976895
28		
29	Valor (X)	50
30		
31		

Below this, there is a table titled "DIFERENCIAS DIVIDIDAS" with the following data:

$(X_i - X_0)$	C_i	$X - X_0$	$(X - X_0)^2$	i	X_i	$f(X_i)$	DIF 1	DIF 2	DIF 3	DIF 4	DIF 5
0	0		50	0	0	0	5.685577				
284.2788383	5.685577	50	20	1	30	170.567	6.6098	0.0155279			
11.55278535	*****	1000	-30	2	80	501.057	*****	*****	0.000232		
-6.949614217	0.000232	-30000	-60	3	110	788.235	9.572576	*****	-0.00027	-2.927E-06	1.17E-08
-5.267763474	-2.9E-06	1800000	-120	4	170	1361.59	*****	*****	-0.00032	-2.469E-07	
-2.516570453	1.17E-08	-216000000	-180	5	230	1593.16	3.859521	*****	*****	*****	*****

Figura 42. Uso de interpolación de newton para calcular el gas natural contenido en los módulos de acuerdo con el dato de presión de desconexión en la City Gate A

Nota: Es necesario realizar dos modelos de interpolaciones hallando el contenido de gas natural tanto en horario de alto como en bajo consumo ya que en este punto aún no se conoce en que horario llegará la presión de desconexión deseada.

Paso 3: Calcular de manera fragmentada y simultanea la presión de registro y el volumen de gas natural consumido, es decir, calcularlos conforme su comportamiento en horas de alto y bajo consumo, teniendo en cuenta la demanda pronosticada con el método de Holt-Winters multiplicativo y la presión de desconexión deseada.

Para conseguir lo anterior, es necesario dividir los días en dos (2) partes iguales exceptuando el día de consulta ya que este se divide en tres (3) partes (00:00 a 06:00, 06:00 a 18:00 y 18:00 a 30:00 horas incluyendo las 6 primeras horas del siguiente día). Una vez realizado esto, se plantean dos modelos de interpolaciones de newton, uno para calcular el volumen de gas natural consumido durante una cantidad de tiempo determinada teniendo en cuenta la presión de registro y otro para calcular la presión de

registro teniendo en cuenta el volumen de gas natural consumido, es decir los dos modelos de interpolaciones dependen uno del otro y se relacionan por medio de una tabla de control.

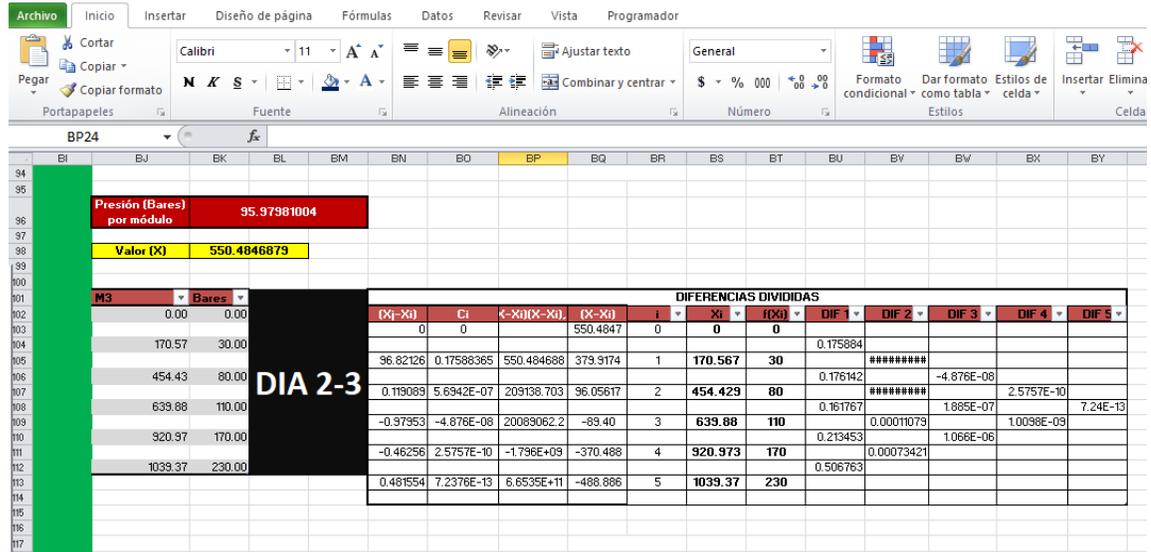


Figura 43. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar la presión de registro en la City Gate A

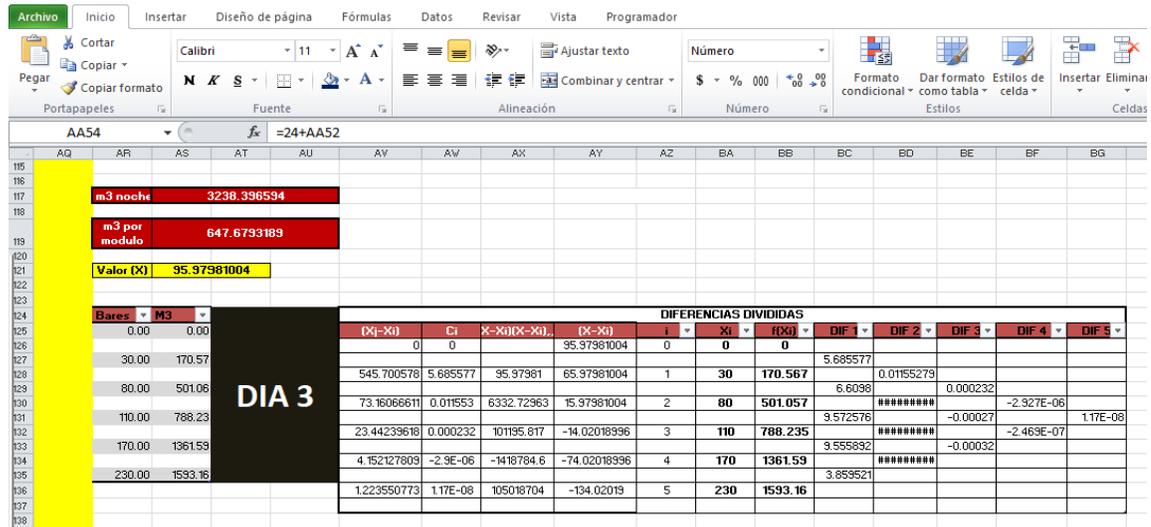


Figura 44. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar el volumen de gas natural consumido en la City Gate A

	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
48														
49		DIA	HORA INICIO	HORA FIN	CONSUMO ACUM.	CONSUMO PARCIAL	M3 INICIO	M3 FIN	SUBTOT AL	TOTAL		N	D	
50		DIA 1	0.00	6.00	147.6303153	0.00	3342.81	3342.81	0			1391.32	1405.49	
51		DIA 1	6.00	18.00	1361.321857	1213.63	5743.00	4529.37	1213.631					
52		DIA 1-2	18.00	30.00	1701.188721	339.87	2748.86	2408.99	1553.498					
53		DIA 2	30.00	42.00	2991.418635	1290.23	3551.92	2261.69	2843.728					
54		DIA 2-3	42.00	54.00	3269.984661	298.57	1659.67	1361.10	3142.294					
55		DIA 3	54.00	66.00	4477.606423	1187.62	1632.91	645.29	4329.916					
56		DIA 3-4	66.00	78.00	4880.18169	402.58	512.80	110.22	4732.491	4817.636				
57		DIA 4	78.00	90.00	6107.393917	1227.21	85.14	0.00	4817.636					
58		DIA 4-5	90.00	102.00	6562.639578	455.25	0.00	0.00	0					
59		DIA 5	102.00	114.00	7808.993498	1246.35	0.00	0.00	0					
60		DIA 5-6	114.00	126.00	8268.864886	459.87	0.00	0.00	0					
61		DIA 6	126.00	138.00	9515.967636	1247.10	0.00	0.00	0					
62		DIA 6-7	138.00	150.00	9994.731981	478.76	0.00	0.00	0					
63		DIA 7	150.00	162.00	11210.99764	1216.27	0.00	0.00	0					
64		DIA 7	162.00	168.00	11517.19609	306.20	0.00	0.00	0					

Figura 45. Imagen tabla de control del comportamiento del GNC conforme disminuye la disponibilidad del gas natural en los módulos en la City Gate A

En la figura 43 se puede observar una tabla de interpolación de newton formulada de tal manera que halle el valor de presión de registro finalizando el día dos (2) e iniciando el día tres (3) (hora 42 a 54 partiendo de las 0 horas del día de consulta), dependiendo del volumen de gas natural disponible en cada módulo.

Por otro lado, en la figura 44 podemos detallar una tabla de interpolación de newton formulada con el fin de conocer el volumen de gas natural disponible dentro del horario del día tres (3) (hora 54 a 66 partiendo de las 0 horas del día de consulta), teniendo en cuenta la presión de registro calculada en el horario del día 2-3 observado en la figura 43.

Finalmente, en la figura 45 se puede apreciar la tabla de control de la City Gate A la cual registra los valores de pronósticos de demanda obtenidos con el método de Holt – Winters multiplicativo y los compara con los resultados de la tabla de interpolación de newton de la figura 44, para posteriormente obtener el resultado esperado del volumen real total disponible en los módulos conforme avanzan las horas, esto último hace

referencia a la diferencia entre el volumen total con la presión actual de registro y el volumen calculado con la presión de desconexión deseado.

9. PLANTEAMIENTO DEL PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA FECHA Y HORA DE DESCONEXION DE LOS MODULOS

Una vez obtenido el valor real de disponibilidad de gas natural en los módulos dependiendo de las presiones de registro y conociendo el comportamiento de la demanda a futuro pronosticada mediante el método de Holt – Winters multiplicativo, se planteó el siguiente procedimiento con ayuda del método de interpolación polinómica de newton para calcular la fecha y hora aproximada de cambio de módulos:

Paso 1: Calcular la estimación del volumen de gas natural consumido antes de la hora de consulta.

El método de Holt – Winters multiplicativo nos arroja un pronóstico de demanda acumulada diariamente, es decir inicia su pronóstico desde la hora cero (0) hasta la hora veinticuatro (24), por tales motivos es necesario que durante la proyección de la duración del gas natural disponible a través de los días se adicione este valor. Para entender esto mejor, se realizará un ejemplo ilustrativo a continuación:

HORAS	DEMANDA MULTIPLICATIVA ACUMULADA
1	2
2	3
3	5
4	9
5	36
6	148
7	288
8	395
9	495
10	598
11	729
12	884
13	1030
14	1137
15	1205
16	1256
17	1307
18	1361
19	1426
20	1508
21	1569
22	1606
23	1621
24	1627
25	1630
26	1633
27	1634
28	1639

Figura 46. Ejemplo ilustrativo para el cálculo de la hora de desconexión

Suponiendo que se calcule un valor total real de gas natural disponible por medio de las tablas de interpolación de Newton de 1491 m³, adicionalmente se tenga el pronóstico de la demanda acumulada referenciada en la figura 46 y la hora de consulta sea a las 06:00 horas de un día cualquiera. Debido a que la demanda pronosticada es acumulada, debemos agregar el valor ya consumido en la hora de consulta a nuestro valor total real de gas natural disponible, en nuestro caso el valor total sería de 148 m³ más 1491 m³, es decir 1639 m³. Por lo que en el ejemplo, la hora de desconexión sería finalizando la hora 28:00 contando a partir de las 0:00 horas del mismo día o en su defecto, 22 horas después de la hora de consulta.

hora		DIFERENCIAS DIVIDIDAS									
(Xj-Xi)	Ci	(X-Xi)(X-Xi)j	(X-Xi)	i	Xi	f(Xi)	DIF 1	DIF 2	DIF 3	DIF 4	DIF 5
1204.6399	1204.64		1.00	1	15	1204.64					
51.206619	51.206619	1.00	0.00	2	16	1255.85	51.206619				
0	-0.0022277	0	-1.00	3	17	1307.05	51.202163	1.5354101			
0	0.5125459	0	-2.00	4	18	1361.32	54.272984	5.1228743	1.1958214		
0	0.1708189	0	-3.00	5	19	1425.84	64.518732	8.7097142	1.1956133		
0	-0.0341742	0	-4.00	6	20	1507.78	81.93816				

Figura 47. Imagen tabla de interpolación de Newton con diferencias divididas para hallar el volumen de gas natural consumido hasta la hora de consulta en la City Gate A

En la figura 47 se puede observar una tabla de diferencias divididas donde se utiliza como variable independiente las horas del día y como valor dependiente el consumo de gas natural pronosticado.

La interpolación polinómica permite aproximar los valores presentados entre punto y punto los cuales son desconocidos, es decir, en nuestro caso, dicho método permite conocer el valor aproximado acumulado de consumo en la hora de consulta sin importar

si es una hora exacta u hora fraccionada, lo que permite dar un mayor grado de asertividad al pronóstico.

Paso 2: Calcular la hora de desconexión por medio de comparaciones lógicas y de tablas de interpolación de newton teniendo en cuenta el volumen de gas natural consumido antes de la hora de consulta.

Con el apoyo del método de interpolación de newton, se logró plantear tablas de diferencias divididas formuladas con condicionales lógicos con el fin de calcular en el día correcto conforme se presenta el pronóstico de demanda acumulada el valor del gas natural real disponible hasta el punto de calcular la hora aproximada de desconexión.

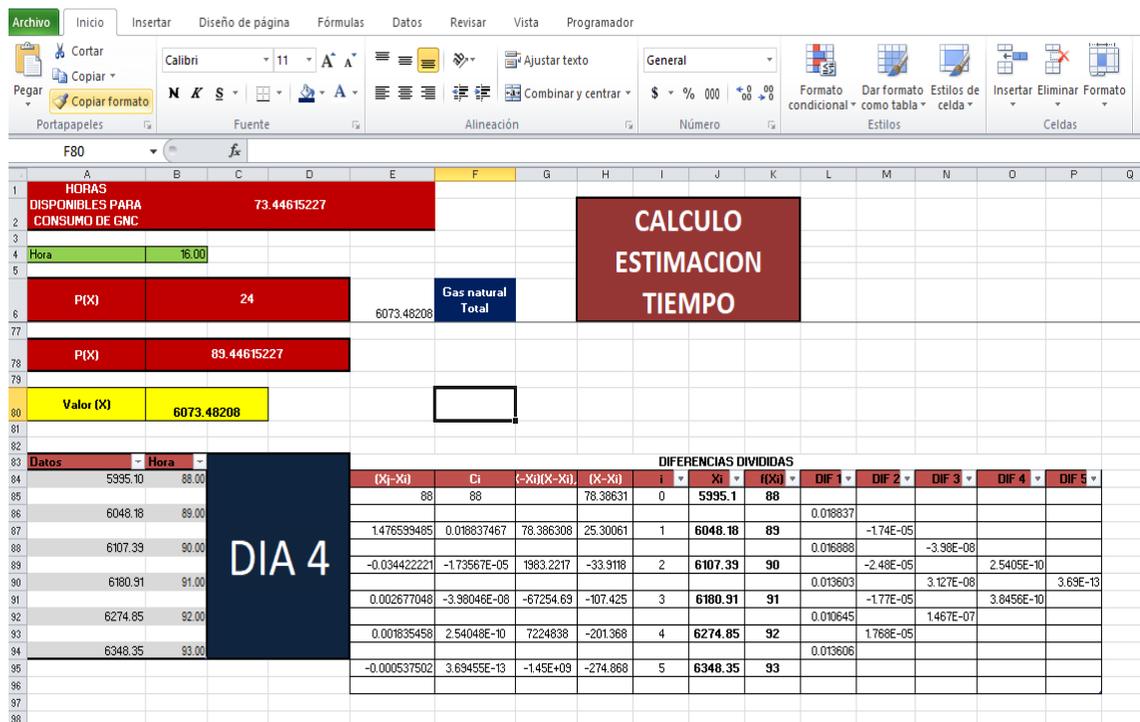


Figura 48. Imagen tabla de interpolación de newton con diferencias divididas para hallar las horas disponibles para consumo de gas natural

En la figura 48 se muestra la tabla de interpolación de Newton donde se calcula las horas totales disponibles para consumo de GNC, las cuales se suman posteriormente a la

hora de consulta para dar como resultado final la fecha y hora aproximada de desconexión y cambio de módulos presentada en la figura 36.

El sistema SCADA actualiza los datos cada 2 a 5 minutos, por lo que se tiene una revisión constante en los valores de las variables necesarias para el modelo. Sin embargo, para tener una mejor organización y distribución en los tiempos de trabajo del operador de turno, y teniendo en cuenta las restricciones con la recepción de solicitudes de recargue de los módulos con la empresa transportista, se estableció que el sistema (R, s, S) era la técnica de control más adecuada para implementar con los siguientes parámetros:

R = 8 horas, empezando a las 07:00 am

s = 30 Bares

S = Presión máxima de recargue de los módulos sin sobrepasar los 250 Bares.

Lead Time: 12 horas

Los valores señalados fueron establecidos por las siguientes circunstancias:

- En el CCD se trabajan las 24 horas del día, los 7 días a la semana, en turnos de 8 horas por día a partir de las 06:00 am. Por tal motivo, cada operador debe revisar y supervisar el nivel de inventario de GNC en cada estación descompresora y si es el caso, programar su cambio de módulos.

- Se estableció 30 Bares como punto mínimo de presión por orden del jefe de operaciones, dado que a partir de este valor o menos dependiendo el horario de consumo, la estación descompresora presenta un descenso significativo de la presión en el sistema de distribución.

- Los 250 Bares corresponden a lo máximo establecido por la CREG en cuanto a este método de transporte de gas natural.

CAPITULO IV

10. IMPLEMENTACION, RESULTADOS Y DISCUSION

10.1. Implementación:

Con el modelo de control de inventario de GNC propuesto anteriormente, se propone a la empresa implementar dicho modelo durante un mes con el fin de analizar su fiabilidad, dinamicidad y practicidad para usarlo de manera cotidiana dependiendo de sus resultados.

La macro diseñada con el modelo de control de inventario fue instalada en uno de los computadores del CCD el cual tenía conexión directa con la base de datos del sistema SCADA TALON, cuyo software generaba de manera automática diariamente la recopilación de datos mostrada en la figura 35 necesaria para alimentar nuestra macro.

Durante una de las reuniones efectuadas mensualmente en el CCD, se efectuó una exposición explicando el propósito del archivo de Excel creado con el modelo de control de inventario de GNC, se capacitó a los operadores del SCADA sobre el procedimiento en la importación de datos externos, su funcionamiento y operación del mismo. Allí se acordó implementar el modelo durante un mes (30 días) en las dos estaciones que se planteó y construyó los diagramas PV, sin embargo, por motivos de falta de un modelo de transporte para la coordinación de cargue y descargue de módulos de GNC y la gran importancia que tiene el nivel de servicio para la compañía el cual debe ser del 100%, solo fue permitido implementar el modelo en la City Gate A, dando inicio con las pruebas el día 31 de agosto del 2016 a partir de la desconexión y posterior cambio de los módulos que estaban en servicio a las 14:52 horas con una presión de entrada de 195 Bares.

Los resultados de las pruebas practicadas en la City Gate A se muestran a continuación:

10.2. Desconexión y cambio de módulos:

		CITY GATE A																				Contenido Aprox. (m3)		
Mes A	Fecha	Hor	Actividad	Presión (Bar)						Estado de Módulos						Estado de Módulos (m ³)						Volumen Total (m ³)	Promedio (37.4)	Presión mínima
				R1	R2	R3	R4	R5	R6	ER1	ER2	ER3	ER4	ER5	ER6	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6			
9-2016	03-sept-2016	15:04	Desactivación	200	39	39	39	39	39	D	V	V	V	V	V	1156	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3	4282.0922	37.4	30
9-2016	03-sept-2016	15:19	Cargue de Módulos	200	176	176	176	176	176	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1048	1048	1048	1048	1048	4282.0922	37.4	30
9-2016	06-sept-2016	12:15	Desactivación	200	43	43	43	43	43	D	V	V	V	V	V	1156	213.5	213.5	213.5	213.5	213.5	4336.0426	37.4	30
9-2016	06-sept-2016	12:20	Cargue de Módulos	200	183	183	183	183	183	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1081	1081	1081	1081	1081	4336.0426	37.4	30
9-2016	09-sept-2016	12:18	Desactivación	200	20	20	20	20	20	D	V	V	V	V	V	1156	92.94	92.94	92.94	92.94	92.94	5272.3854	37.4	30
9-2016	09-sept-2016	12:38	Cargue de Módulos	200	198	198	198	198	198	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1147	1147	1147	1147	1147	5272.3854	37.4	30
9-2016	12-sept-2016	19:01	Desactivación	200	37	37	37	37	37	D	V	V	V	V	V	1156	180.3	180.3	180.3	180.3	180.3	4263.8448	37.4	30
9-2016	12-sept-2016	19:10	Cargue de Módulos	200	173	173	173	173	173	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1033	1033	1033	1033	1033	4263.8448	37.4	30
9-2016	15-sept-2016	12:37	Desactivación	200	38	38	38	38	38	D	V	V	V	V	V	1156	185.8	185.8	185.8	185.8	185.8	4975.879	37.4	30
9-2016	15-sept-2016	13:05	Cargue de Módulos	200	206	206	206	206	206	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1181	1181	1181	1181	1181	4975.879	37.4	30
9-2016	18-sept-2016	13:00	Desactivación	200	56	56	56	56	56	D	V	V	V	V	V	1156	289.7	289.7	289.7	289.7	289.7	5643.1924	37.4	30
9-2016	18-sept-2016	13:15	Cargue de Módulos	200	170	170	170	170	170	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1018	1018	1018	1018	1018	5643.1924	37.4	30
9-2016	20-sept-2016	15:10	Desactivación	200	42	42	42	42	42	D	V	V	V	V	V	1156	207.9	207.9	207.9	207.9	207.9	5046.4492	37.4	30
9-2016	20-sept-2016	15:45	Cargue de Módulos	200	215	215	215	215	215	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1217	1217	1217	1217	1217	5046.4492	37.4	30
9-2016	23-sept-2016	16:19	Desactivación	200	46	46	46	46	46	D	V	V	V	V	V	1156	230.5	230.5	230.5	230.5	230.5	4409.7408	37.4	30
9-2016	23-sept-2016	16:39	Cargue de Módulos	200	190	190	190	190	190	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1112	1112	1112	1112	1112	4409.7408	37.4	30
9-2016	26-sept-2016	11:20	Desactivación	200	40	40	40	40	40	D	V	V	V	V	V	1156	196.8	196.8	196.8	196.8	196.8	3981.2899	37.4	30
9-2016	26-sept-2016	11:40	Cargue de Módulos	200	165	165	165	165	165	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	993	993	993	993	993	3981.2899	37.4	30
9-2016	29-sept-2016	06:00	Desactivación	200	32	32	32	32	32	D	V	V	V	V	V	1156	153.7	153.7	153.7	153.7	153.7	4066.455	37.4	30
9-2016	29-sept-2016	06:30	Cargue de Módulos	200	160	160	160	160	160	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	967	967	967	967	967	4066.455	37.4	30
10-2016	01-oct-2016	12:25	Desactivación	200	39	39	39	39	39	D	V	V	V	V	V	1156	191.3	191.3	191.3	191.3	191.3	4008.8248	37.4	30
10-2016	01-oct-2016	12:40	Cargue de Módulos	200	165	165	165	165	165	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	993	993	993	993	993	4008.8248	37.4	30
10-2016	04-oct-2016	10:30	Desactivación	200	40	40	40	40	40	D	V	V	V	V	V	1156	196.8	196.8	196.8	196.8	196.8	4107.6926	37.4	30
10-2016	04-oct-2016	10:40	Cargue de Módulos	200	170	170	170	170	170	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1018	1018	1018	1018	1018	4107.6926	37.4	30
10-2016	07-oct-2016	05:55	Desactivación	200	37	37	37	37	37	D	V	V	V	V	V	1156	180.3	180.3	180.3	180.3	180.3	4063.373	37.4	30
10-2016	07-oct-2016	06:05	Cargue de Módulos	200	165	165	165	165	165	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	993	993	993	993	993	4063.373	37.4	30
10-2016	10-oct-2016	06:00	Desactivación	200	32	32	32	32	32	D	V	V	V	V	V	1156	153.7	153.7	153.7	153.7	153.7	3793.1876	37.4	30
10-2016	10-oct-2016	06:15	Cargue de Módulos	200	150	150	150	150	150	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	912.3	912.3	912.3	912.3	912.3	3793.1876	37.4	30
10-2016	12-oct-2016	14:20	Desactivación	200	20	20	20	20	20	D	V	V	V	V	V	1156	92.94	92.94	92.94	92.94	92.94	4868.8254	37.4	30
10-2016	12-oct-2016	14:40	Cargue de Módulos	200	180	180	180	180	180	D	EU	EU	EU	EU	EU	1156	1067	1067	1067	1067	1067	4868.8254	37.4	30

Figura 49. Tabla de Control de operaciones de la City Gate A

Fuente: Centro de Control y Distribución.

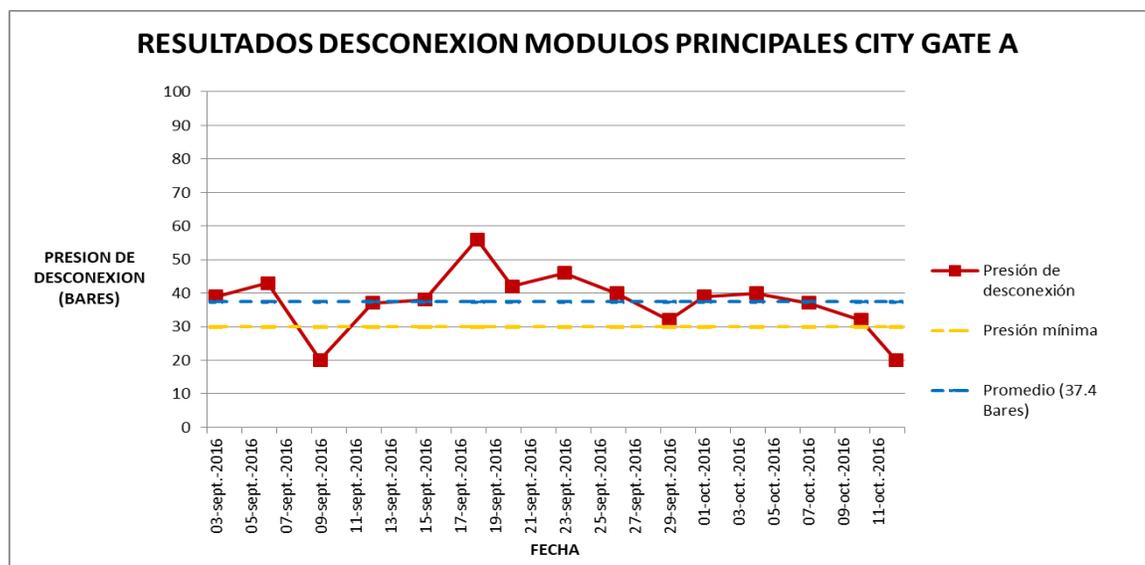


Figura 50. Resultados desconexión módulos principales City Gate A

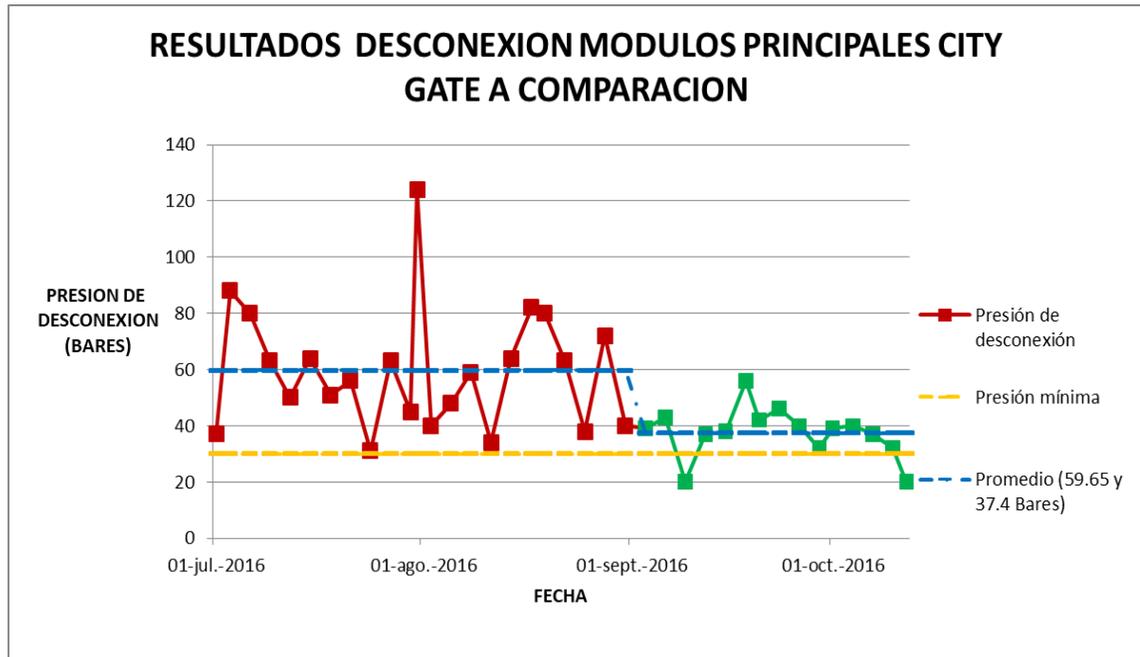


Figura 51. Comparación resultados desconexión módulos principales City Gate A frente a los datos inmediatamente anteriores

La facilidad de manejo del archivo y los resultados obtenidos con este, permitieron ampliar el número de días de la prueba a 42 días, siendo el último día de la prueba el 12 de octubre de 2016 con una presión de desconexión de 20 Bares.

Con los datos diligenciados por los operadores del CCD en el archivo de control de GNC visto en la figura 49, se construyó la gráfica presentada en a figura 50 donde podemos observar el comportamiento de las presiones de desconexión durante la prueba, el cual presenta una menor dispersión en los puntos gracias a que se conoce con una mayor certeza la demanda futura y la fluctuación de la presión conforme transcurre las horas. Esta mejora puede ser vista con más detalle en la figura 51 donde se evidencia el antes y el después de la implementación del modelo.

Para complementar los resultados de la implementación del modelo, en la siguiente tabla se encuentran las mediciones de dispersión y error con respecto al valor de desconexión ideal (30 Bares) antes y después de la puesta en operación del modelo, teniendo en cuenta el número de datos:

COMPARACION EFECTIVIDAD MODELO DE CONTROL DE INVENTARIO DE GNC		
ESTADISTICO	ANTES	DESPUES
ERROR PROMEDIO (SESGO PROMEDIO)	15.31 Bares	7.4 Bares
DESVIACION ESTANDAR (σ)	15.20	9.08
VARIANZA (σ^2)	231.02	82.54
EFICIENCIA EN EL CONSUMO	90.74 %	95.06%

Tabla 13. Comparación resultados antes y después de la implementación del modelo de control de inventario de GNC

En complemento de los resultados de la tabla anterior, analizamos y comparamos la presión que teóricamente no fue consumida o aprovechada y su respectivo volumen:

	ANTES	DESPUES	DIFERENCIA	%
FECHA INICIAL	03/03/2016	31/08/2016		
FECHA FINAL	30/06/2016	12/10/2016		
CANTIDAD DIAS	119.00	42.00		
PRESION NO CONSUMIDA TOTAL PRUEBA (BARES)	589	102		
PRESION NO CONSUMIDA POR DIA (BARES)	4.949579832	2.42857143	2.521008403	50.93%
PRESION NO CONSUMIDA POR MES (BARES)	148.487395	72.8571429	75.6302521	50.93%
VOLUMEN NO CONSUMIDO POR MES (M3)	5057.13	2131.32	2925.81	57.86%

Tabla 14. Comparación presión y volumen no consumido teóricamente antes y después de la implementación del modelo de control de inventario de GNC

En la tabla 13 observamos que hubo un crecimiento en la eficiencia de consumo de gas natural en un 4.32% lo que corresponde aproximadamente a 69 m³ diarios, igualmente podemos observar que la desviación de los datos de presión de desconexión disminuyó de 15.20 a 9.08 Bares lo que equivale a una disminución del 40.26%, indicando un mayor control de estos datos. En esta misma tabla podemos detallar que el sesgo de los datos también disminuyeron de 15.31 a 7.4 Bares lo equivale a una disminución del 51.66%, indicando una menor fluctuación de los datos frente al valor de desconexión deseado (30 Bares).

En la tabla 14 podemos apreciar el valor teórico no consumido del antes y después de implementado el modelo. Como principal indicador, podemos hacer referencia la diferencia de presión mensual no consumida antes 148.48 Bares y después 72.85 Bares lo que equivale a una disminución de presión no aprovechada de 50.93%.

Con la aplicación del modelo se aprovechó de manera más eficiente el gas natural disponible en cada viaje, lo cual se ve traducido en un menor número de solicitudes de recargue de módulos y por ende, un ahorro por concepto de flete con el transportista. A continuación se observan los resultados obtenidos con respecto al número de cargues solicitados:

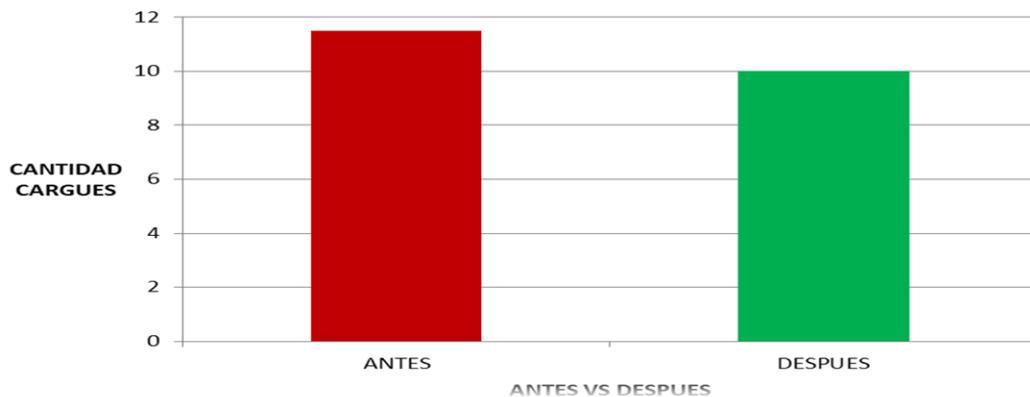


Figura 52. Comparación resultados número de cargues solicitados por mes antes y después

Con respecto a la demanda, en la siguiente grafica se puede apreciar la diferencia entre los valores de demanda pronosticados con el método de Holt – Winters multiplicativo y la demanda real:

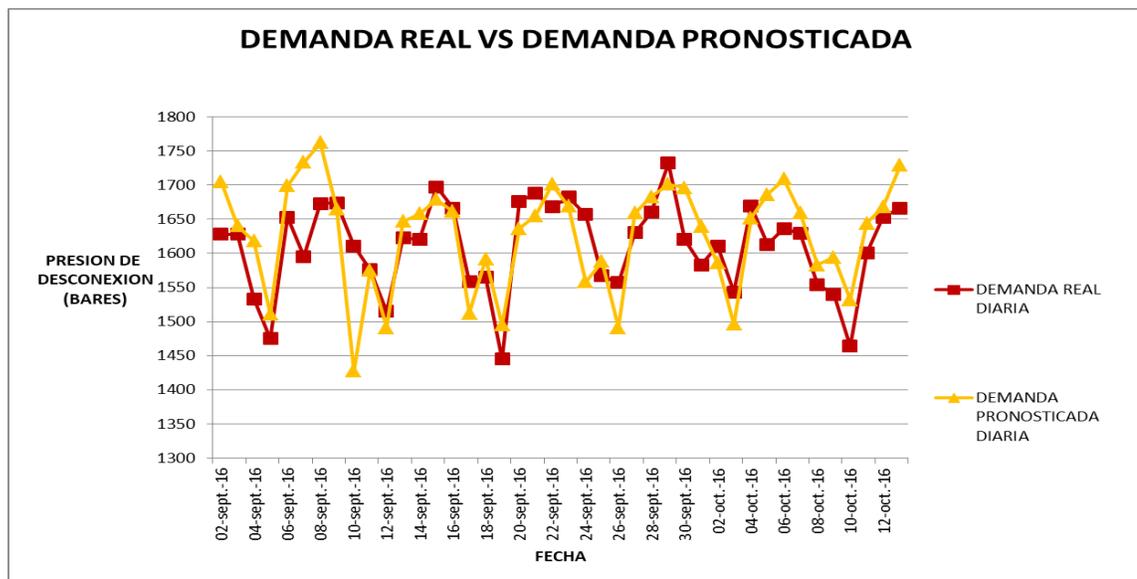


Figura 53. Comparación Demanda real y demanda pronosticada mediante el método de Holt – Winters Multiplicativo

HOLT - WINTERS MULTIPLICATIVO		α	β	γ
		0.002314684	0.00782662	0.47667212
ERROR				-10334.00
MSE				105944.00396825
MAD				29.27
σ				58.08
MAPE				7.99%
SEÑAL DE RASTREO				-0.35
SUMA ACUMULADA DE ERRORES DE PRONÓSTICO				-10.25198413

Tabla 15. Cálculo de las mediciones del error de pronóstico del método de Holt – Winters implementado en el modelo de control de inventario de GNC

En la figura 53 se puede apreciar que el método de pronóstico de demanda seleccionado se adapta de manera adecuada conforme a las fluctuaciones y patrones que presenta la demanda real y la asertividad en esta elección se puede constatar con la señal de rastreo, dado que conforme a lo afirmado por Krajewski; Ritzman; Malhotra (2008), la señal de rastreo indica si un pronóstico se adapta con precisión al comportamiento real de la demanda, principalmente si su valor se aproxima a cero (0), tal como se evidencia en nuestro caso de acuerdo a lo observado en la tabla 15. El error medio porcentual (*MAPE por sus siglas ingles*), también indica un desempeño relativamente aceptable para la operación de este método de pronósticos.

Los resultados presentados en las tablas 13, 14 y 15 y en las figuras 51 y 52, toman mayor valor cuando se analiza con respecto al impacto que genera en los costos mensuales de la compañía, teniendo en cuenta la siguiente información:

CONCEPTO	ANTES	DESPUES	DIFERENCIA	%
COSTO DIRECTO POR CARGA	\$ 2.400.000	\$ 2.400.000	0	0
N° DE CARGUES SOLICITADOS EN EL MES	11,5	10	1,5	13
COSTO TOTAL MES	\$ 27.600.000	\$ 24.000.000	\$ 3.600.000	13

Tabla 16. Tabla con los resultados comparativos

CONCLUSIONES

El comportamiento del GNC no es constante y depende en gran medida del factor climático, es decir de la presión atmosférica, la humedad y temperatura principalmente, si su ambiente de descompresión no es controlado o modificado artificialmente, por lo que para tener un control ajustado de su fluctuación se hace necesaria la creación y la implementación de diagramas de Presión – Volumen (PV), preferiblemente discriminando las horas de alto y bajo consumo de cada estación, si estas se encuentran geográficamente distantes y sus componentes climáticos varían significativamente una de la otra.

La demanda de gas natural de las poblaciones que son suministradas con las estaciones A y B, una vez efectuado el análisis correspondiente de esta misma, se pudo identificar que posee patrones de tipo estacional o periódico y esto se debe a que estas zonas son de tipo residencial, pero sobre todo de tipo comercial, cuyo consumo es destinado para la elaboración de alimentos principalmente y en consecuencia de ello, las fechas especiales y días festivos son eventos particulares donde la demanda presenta picos significativos.

El establecimiento del modelo de control de inventario de GNC, el cual implementa un método de pronóstico de demanda siguiendo el patrón de comportamiento articulado con diagramas PV, permitió conseguir una disminución del 40.26% en la dispersión de los puntos de desconexión de los módulos de la City Gate A, lo que tradujo en un aumento del 4.32% en la eficiencia del consumo del gas natural de cada cargue, lo que equivale a un ahorro promedio para la empresa de \$ 3.600.000 mensualmente. De igual forma, el número de activaciones del módulo de respaldo se disminuyó a cero (0) veces, dando un mayor grado de confiabilidad a la operación.

El diseño y elaboración del modelo de control de inventario de GNC se construyó en una herramienta básica pero muy útil como lo es el Excel; su operación y acción se limita a un tiempo estimado del operador del SCADA de entre 10 y 15 minutos, de manera que su costo de oportunidad se condiciona al tiempo de reproducción del modelo a las demás estaciones de GNC, es decir, dicho costo es casi nulo si analizamos que se ahorró aproximadamente 45 minutos de trabajo de programación de cargues.

RECOMENDACIONES

La operación de cargue y cambio de los módulos de la totalidad de las estaciones de GNC controladas por el CCD, se limitan al número de tráiler y EDS disponibles para estas operaciones, lo que restringe el campo de acción del modelo de control de inventario y afecta su objetivo general (llegar a la presión de desconexión mínima), por tales motivos se recomienda darle continuidad a este trabajo y partiendo de este, diseñar e implementar un modelo de transporte que permita complementar y articular el modelo de control de inventario de GNC con el objetivo de optimizar el consumo de cada cargue de gas natural.

BIBLIOGRAFIA

Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.

Bindiu, R., Chindris, M., & Pop, G. V. (2009). Day-ahead load forecasting using exponential smoothing. *Scientific Bulletin of the "Petru Maior" University of Targu Mures*, 6, 89.

Çengel, Y. & Boles, M. (2008) *Termodinámica*. Mc Graw Hill,. ISBN 978-970-10-7286-8.

Chopra, S. y Meindl, P.(2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. 3 ed. México D. F.: Pearson Prentice Hall.

Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. (2004). “*Compresión y Transporte de Gas Natural Comprimido - GNC: Propuesta Regulatoria para Consulta*”. Bogotá: CREG - 048.

Deba C., Zhang F., Yang J., Lee S.E., Shah K.W. (2017). A review on time series forecasting techniques for building energy consumption, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 74, pp. 902-924. DOI: 10.1016/j.rser.2017.02.085

Flores, D. L. *Métodos Numéricos*,2016.

Gutiérrez, V., & Vidal, C. J. (2008). Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: revisión de la literatura. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (43).

Herrán González, A. (2008). Modelado, planificación y control de sistemas de distribución de gas y derivados del petróleo.

Holt, C. C. (2004). Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. *International journal of forecasting*, 20(1), 5-10.

Kalekar, P. S. (2004). Time series forecasting using holt-winters exponential smoothing. *Kanwal Rekhi School of Information Technology*, 4329008, 1-13.

Kotillová, A. (2011). Very short-term load forecasting using exponential smoothing and ARIMA models.

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, K. M. (2008). *Administración de Operaciones* (8.ª edición).

Ministerio de Transporte. (2006). Resolución 4959. Bogotá

Mokhatab, S., & Poe, W. A. (2012). *Handbook of natural gas transmission and processing*. Gulf professional publishing.

Outlook, S. A. E. (2013). World energy outlook special report. *France International Energy Agency (IEA)*.

Taylor, J. W. (2010). Triple seasonal methods for short-term electricity demand forecasting. *European Journal of Operational Research*, 204(1), 139-152.

Tratar, L. F., and Srmcnik, E. (2016). The Comparison of HoltWinters Method and Multiple Regression Methods: A Case Study. *Energy*. 109(2016): 266-276

Vidal, C. J. (2005). Fundamentos de gestión de inventarios. *Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería*.

Vidal Holguín, C. J., Londoño Ortega, J. C., & Contreras Rengifo, F. (2011). Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N puntos de venta.

Wadud, Z., Dey, H. S., Kabir, M. A., & Khan, S. I. (2011). Modeling and forecasting natural gas demand in Bangladesh. *Energy Policy*, 39(11), 7372-7380.

Winters, P. R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management science*, 6(3), 324-342.

----- (2015). Plan Energético Nacional de Colombia: Ideario Energético 2050.

Bogotá DC. Recuperado de [http://
http://www.upme.gov.co/docs/pen/pen_idearioenergetico2050.pdf](http://www.upme.gov.co/docs/pen/pen_idearioenergetico2050.pdf)

ANEXOS

ANEXO 1: Descripción del procedimiento de programación de cargues de GNC antes utilizado

Cálculo del volumen real disponible: Tomando la lectura de registro de la presión de entrada de cada una de las estaciones de descompresión, se calcula el volumen real disponible en los módulos principales, es decir, la diferencia entre el volumen total actual registrado y el volumen mínimo de operación (presión mínima), esto se efectúa utilizando la relación del volumen de gas natural con respecto a la presión registrada.

Una vez identificado el volumen de gas natural aproximado contenido en el módulo, se procede a resolver la siguiente fórmula:

$$VRD = (VAR - Vm) * NMP$$

En donde:

VRD = Volumen Real Disponible (m³);

VAR = Volumen Actual Registrado;

NMP = Número de Módulos Principales;

Vm = Volumen mínimo (depende la presión mínima);

Vale la pena aclarar que algunos operadores no realizan el cálculo del volumen con respecto a la presión registrada, sino que hacen directamente la fórmula de presión real disponible que es similar a la del volumen disponible:

$$PRD = (PAR - Pm) * NMC$$

En donde:

PRD = Presión Real Disponible;

PAR = Presión Actual Registrada;

NMP = Número de Módulos Principales;

Pm = Presión mínima.

Tiempo estimado en consumir el volumen real disponible: El siguiente paso es consultar el consumo acumulado partiendo de la hora de revisión en días similares de la semana pasada vs el tiempo transcurrido en consumir el volumen real disponible calculado (o disminuir la presión real disponible), tal como se muestra en la figura 6, dicho tiempo transcurrido será la duración estimada del gas natural en la estación de descompresión que se esté analizando, es decir, se efectúa un pronóstico similar a una suavización exponencial con constante alfa de 1.

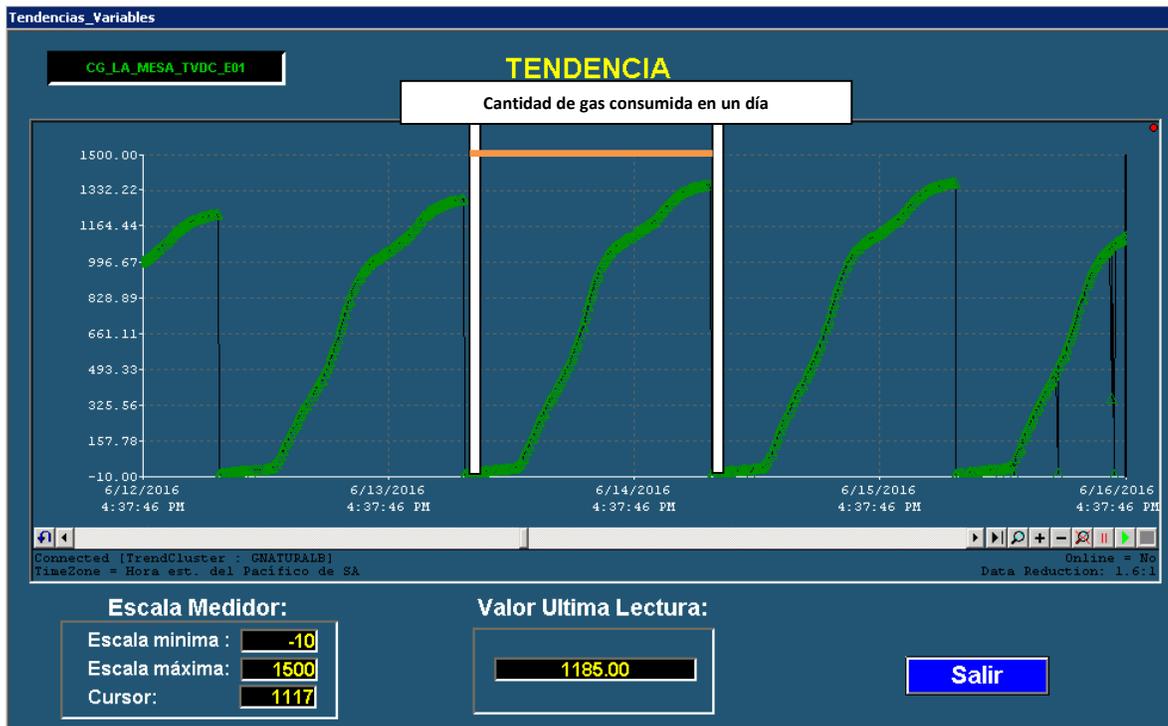


Figura 1. Volumen de gas vs Tiempo de consumo en la estación D

Establecimiento de la hora de cambio de módulos para su posterior recargue: Con la duración estimada ya calculada, se analiza la hora en la que se programará el cambio

de módulos dependiendo de las restricciones viales para cada municipio y de la disponibilidad del tráiler en la EDS:

$$HCP = HLP + DE$$

Sujeto a:

- Si $06:00 < HCP < 12:00$ y $NTEDS=0$; entonces

$$HCP = 05:00$$

- Si $06:00 < HCP < 12:00$ y $NTDES \neq 0$; entonces

$$HCP = HLP + DE - (DPC * CTDES)$$

En donde:

HCP = Hora de cambio de módulos principales;

HLP = Hora de lectura de presión;

DE = Duración estimada;

CTEDS= Cantidad de tráileres a cargar en la EDS;

DPC= Duración promedio por cargue

ANEXO 2: Tablas de control de operaciones de las estaciones con GNC durante el primer semestre de 2016

City Gate A:

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Diseño										Desactivación											
E374										Desactivación											
CITY GATE A										CITY GATE A											
Mes	Fecha	Hor	Actividad	Presión (Bar)					Estado de Módulos					Estado de Módulos (m ³)					Contenido volumétrico (m ³)		
				F	R	R	R	R	E	V	V	V	V	V	CP	CP	CR	CR		CR	
3-2016	03-mar-2016	14:30	Desactivación	150	45	45	45	45	45	0	V	V	V	V	V	312	225	225	225	225	
3-2016	07-mar-2016	07:20	Cargue de Módulos	150	212	212	212	212	212	0	V	V	V	V	V	158	197	197	197	197	4,161.8
3-2016	07-mar-2016	07:20	Desactivación	150	40	40	40	40	40	0	V	V	V	V	V	158	197	197	197	197	
3-2016	07-mar-2016	07:20	Cargue de Módulos	150	198	198	198	198	198	0	EU	EU	EU	EU	EU	168	147	147	147	147	5,079.3
3-2016	10-mar-2016	14:02	Desactivación	150	30	30	30	30	30	0	V	V	V	V	V	197	143	143	143	143	
3-2016	13-mar-2016	14:02	Cargue de Módulos	150	212	212	212	212	212	0	V	V	V	V	V	158	197	197	197	197	5,376.6
3-2016	14-mar-2016	08:30	Desactivación	150	45	45	45	45	45	0	V	V	V	V	V	158	225	225	225	225	
3-2016	14-mar-2016	08:30	Cargue de Módulos	150	200	200	200	200	200	0	EU	EU	EU	EU	EU	160	156	156	156	156	4,970.5
3-2016	17-mar-2016	13:20	Desactivación	150	40	40	40	40	40	0	V	V	V	V	V	197	197	197	197	197	
3-2016	17-mar-2016	13:20	Cargue de Módulos	150	200	200	200	200	200	0	EU	EU	EU	EU	EU	155	155	155	155	155	5,090.6
3-2016	17-mar-2016	03:10	Desactivación	150	85	85	85	85	85	0	V	V	V	V	V	149	249	249	249	249	
3-2016	21-mar-2016	03:42	Cargue de Módulos	150	190	190	190	190	190	0	EU	EU	EU	EU	EU	145	112	112	112	112	4,103.5
3-2016	24-mar-2016	06:20	Desactivación	150	45	45	45	45	45	0	V	V	V	V	V	158	225	225	225	225	
3-2016	24-mar-2016	06:20	Cargue de Módulos	150	200	200	200	200	200	0	EU	EU	EU	EU	EU	158	155	155	155	155	4,960.5
3-2016	28-mar-2016	08:00	Desactivación	150	50	50	50	50	50	0	V	V	V	V	V	160	254	254	254	254	
3-2016	28-mar-2016	08:00	Cargue de Módulos	150	200	200	200	200	200	0	EU	EU	EU	EU	EU	160	156	156	156	156	4,820.8
3-2016	31-mar-2016	08:30	Desactivación	105	40	40	40	40	40	0	V	V	V	V	V	155	197	197	197	197	
4-2016	01-abr-2016	06:30	Cargue de Módulos	160	295	295	295	295	295	0	EU	EU	EU	EU	EU	175	134	134	134	134	5,016.6
4-2016	04-abr-2016	06:45	Desactivación	160	20	20	20	20	20	0	V	V	V	V	V	160	93	93	93	93	
4-2016	04-abr-2016	06:45	Cargue de Módulos	160	215	215	215	215	215	0	EU	EU	EU	EU	EU	196	1217	1217	1217	1217	6,002.2
4-2016	07-abr-2016	08:10	Desactivación	160	23	23	23	23	23	0	V	V	V	V	V	171	138	138	138	138	
4-2016	07-abr-2016	08:10	Cargue de Módulos	160	200	200	200	200	200	0	EU	EU	EU	EU	EU	177	156	156	156	156	5,437.3
4-2016	11-abr-2016	07:42	Desactivación	160	23	23	23	23	23	0	V	V	V	V	V	160	108	108	108	108	
4-2016	11-abr-2016	07:42	Activación Respaldo	130	23	23	23	23	23	EU	V	V	V	V	V	0	108	108	108	108	
4-2016	11-abr-2016	14:08	Desactivación	50	23	23	23	23	23	0	V	V	V	V	V	-147	108	108	108	108	
4-2016	11-abr-2016	14:08	Cargue de Módulos	170	170	170	170	170	170	0	EU	EU	EU	EU	EU	115	1,018	1,018	1,018	1,018	4,814.9
4-2016	14-abr-2016	07:50	Cargue de Módulos	170	205	205	205	205	205	0	EU	EU	EU	EU	EU	195	1,177	1,177	1,177	1,177	4,801.2
4-2016	17-abr-2016	20:00	Desactivación	170	20	20	20	20	20	0	V	V	V	V	V	0	93	93	93	93	
4-2016	17-abr-2016	20:00	Activación Respaldo	145	20	20	20	20	20	EU	V	V	V	V	V	0	93	93	93	93	
4-2016	18-abr-2016	08:00	Desactivación	140	20	20	20	20	20	0	V	V	V	V	V	0	93	93	93	93	
4-2016	18-abr-2016	08:00	Cargue de Módulos	140	180	180	180	180	180	0	EU	EU	EU	EU	EU	133	1,067	1,067	1,067	1,067	5,161.8
4-2016	20-abr-2016	16:10	Desactivación	140	47	47	47	47	47	0	V	V	V	V	V	0	236	236	236	236	
4-2016	20-abr-2016	16:10	Activación Respaldo	132	47	47	47	47	47	EU	V	V	V	V	V	0	236	236	236	236	
4-2016	20-abr-2016	17:33	Desactivación	131	23	23	23	23	23	0	V	V	V	V	V	0	236	236	236	236	
4-2016	20-abr-2016	17:33	Cargue de Módulos	131	210	210	210	210	210	0	EU	EU	EU	EU	EU	166	1,197	1,197	1,197	1,197	5,133.7
4-2016	21-abr-2016	07:30	Desactivación	131	44	44	44	44	44	0	V	V	V	V	V	-17	219	219	219	219	
4-2016	21-abr-2016	07:30	Cargue de Módulos	131	215	215	215	215	215	0	EU	EU	EU	EU	EU	168	1,217	1,217	1,217	1,217	5,349.1
4-2016	21-abr-2016	21:30	Desactivación	131	27	27	27	27	27	0	V	V	V	V	V	0	128	128	128	128	
4-2016	24-abr-2016	21:10	Activación Respaldo	121	27	27	27	27	27	EU	V	V	V	V	V	0	128	128	128	128	
4-2016	25-abr-2016	07:00	Desactivación	74	27	27	27	27	27	0	V	V	V	V	V	-158	128	128	128	128	
4-2016	25-abr-2016	07:00	Cargue de Módulos	140	185	185	185	185	185	0	0	EU	EU	EU	EU	135	1,090	1,090	1,090	1,090	5,323.4
4-2016	27-abr-2016	07:00	Desactivación	140	50	50	50	50	50	0	V	V	V	V	V	0	254	254	254	254	
4-2016	27-abr-2016	07:00	Cargue de Módulos	140	210	210	210	210	210	0	EU	EU	EU	EU	EU	163	1,197	1,197	1,197	1,197	5,755.1
4-2016	30-abr-2016	13:43	Activación Respaldo	140	20	20	20	20	20	0	V	V	V	V	V	0	93	93	93	93	
5-2016	01-may-2016	04:30	Desactivación	60	20	20	20	20	20	0	V	V	V	V	V	-134	93	93	93	93	
5-2016	01-may-2016	05:40	Cargue de Módulos	160	150	150	150	150	150	0	EU	EU	EU	EU	EU	115	912	912	912	912	4,339.8
5-2016	03-may-2016	20:20	Desactivación	150	37	37	37	37	37	0	V	V	V	V	V	0	180	180	180	180	
5-2016	03-may-2016	20:20	Activación Respaldo	100	37	37	37	37	37	0	V	V	V	V	V	0	180	180	180	180	
5-2016	04-may-2016	08:00	Desactivación	100	37	37	37	37	37	0	V	V	V	V	V	-168	180	180	180	180	
5-2016	04-may-2016	08:00	Cargue de Módulos	160	205	205	205	205	205	0	EU	EU	EU	EU	EU	155	1,177	1,177	1,177	1,177	5,305.5
5-2016	07-may-2016	01:25	Desactivación	150	200	200	200	200	200	0	EU	EU	EU	EU	EU	150	1,156	1,156	1,156	1,156	4,810.8
5-2016	07-may-2016	20:30	Activación Respaldo	150	170	170	170	170	170	EU	V	V	V	V	V	0	1,018	1,018	1,018	1,018	
5-2016	08-may-2016	22:00	Desactivación	150	50	50	50	50	50	0	V	V	V	V	V	-107	254	254	254	254	
5-2016	08-may-2016	22:00	Cargue de Módulos	150	157	157	157	157	157	0	EU	EU	EU	EU	EU	161	951	951	951	951	3,712.8
5-2016	11-may-2016	00:50	Desactivación	150	37	37	37	37	37	0	V	V	V	V	V	-153	180	180	180	180	
5-2016	11-may-2016	00:56	Cargue de Módulos	150	190	190	190	190	190	0	EU	EU	EU	EU	EU	140	1,112	1,112	1,112	1,112	4,353.7
5-2016	14-may-2016	12:30	Desactivación	150	50	50	50	50	50	0	V	V	V	V	V	0	254	254	254	254	
5-2016	14-may-2016	17:00	Activación Respaldo	104	50	50	50	50	50	0	V	V	V	V	V	0	254	254	254	254	
5-2016	14-may-2016	17:28	Desactivación	62	50	50	50	50	50	V	V	V	V	V	V	-108	254	254	254	254	
5-2016	14-may-2016	19:04	Cargue de Módulos	150	158	158	158	158	158	0	EU	EU	EU	EU							

City Gate B:

Archivo		Inicio	Insertar	Diseño de página	Fórmulas	Datos	Revisar	Vista	Programador															
AC781																								
CITY GATE B																								
Mes A5	Fecha	Hora	Actividad	Presión (Bar)						Estado de Módulos						Estado de Módulos (m³)						Volumen Total (m³)	Total Descarga (m³)	
				RT1	RT2	RT3	RT4	RT5	RT6	ERT1	ERT2	ERT3	ERT4	ERT5	ERT6	CRT1	CRT2	CRT3	CRT4	CRT5	CRT6			
747	1-2016	23-ene-2016	07:00	Desactivación	180	150	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	1,067	912	0	0	0	0	45.3	
748	1-2016	24-ene-2016	10:13	Cargue de Módulos	180	150	200	200	0	0	D	D	D	D	V	V	1,067	912	1,156	1,156	0	0	2,312.0	
749	1-2016	24-ene-2016	10:13	Activación Respaldo	180	150	200	200	0	0	D	D	EU	D	V	V	1,067	912	1,156	1,156	0	0		904
750	1-2016	24-ene-2016	20:25	Desactivación	180	150	70	200	0	0	D	D	D	D	V	V	1,067	912	378	1,156	0	0		
751	1-2016	25-ene-2016	15:21	Activación Respaldo	180	150	81	200	0	0	D	D	EU	D	V	V	1,067	912	452	1,156	0	0		406
752	1-2016	25-ene-2016	19:01	Desactivación	180	150	22	200	0	0	D	D	V	D	V	V	1,067	912	103	1,156	0	0	45.3	
753	1-2016	26-ene-2016	13:12	Cargue de Módulos	190	180	160	160	0	0	D	D	D	D	V	V	1,112	1,067	967	967	0	0	875.4	
754	1-2016	20-ene-2016	20:00	Activación Modulo	190	180	160	160	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,067	967	967	0	0		1,079
755	1-2016	27-ene-2016	19:33	Desactivación	190	180	25	25	0	0	D	D	V	V	V	V	1,112	1,067	118	118	0	0	45.3	
756	1-2016	27-ene-2016	19:33	Activación Respaldo	190	180	25	25	0	0	EU	D	V	V	V	V	1,112	1,067	118	118	0	0		615
757	1-2016	27-ene-2016	22:30	Desactivación	100	180	25	25	0	0	V	V	V	V	V	V	584	1,067	118	118	0	0		
758	1-2016	27-ene-2016	22:30	Cargue de Módulos	150	180	180	150	0	0	D	D	D	D	V	V	912	1,067	1,067	912	0	0	2,072.0	
759	1-2016	27-ene-2016	22:30	Activación Respaldo	150	180	180	150	0	0	D	D	EU	D	V	V	912	1,067	1,067	912	0	0		667
760	1-2016	28-ene-2016	08:15	Desactivación	150	180	87	150	0	0	D	D	D	D	V	V	912	1,067	493	912	0	0		
761	1-2016	28-ene-2016	15:23	Activación Respaldo	150	180	87	150	0	0	D	D	EU	D	V	V	912	1,067	493	912	0	0		876
762	1-2016	23-ene-2016	05:00	Desactivación	150	180	87	33	0	0	V	V	V	V	V	V	312	1,067	493	153	0	0		
763	1-2016	23-ene-2016	05:00	Activación Respaldo	150	180	87	33	0	0	EU	D	V	V	V	V	312	1,067	493	153	0	0		575
764	1-2016	23-ene-2016	11:27	Desactivación	76	180	87	33	0	0	V	V	V	V	V	V	418	1,067	493	153	0	0		
765	1-2016	23-ene-2016	11:27	Cargue de Módulos	150	150	150	150	0	0	D	D	D	D	V	V	912	912	912	912	0	0	1,513.0	
766	1-2016	23-ene-2016	11:27	Activación Respaldo	150	150	150	150	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	912	912	912	0	0		1,871
767	1-2016	30-ene-2016	12:45	Desactivación	150	150	23	23	0	0	D	D	V	V	V	V	912	912	108	108	0	0	45.3	
768	1-2016	30-ene-2016	12:45	Activación Respaldo	150	150	23	23	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	912	108	108	0	0		695
769	1-2016	30-ene-2016	19:03	Desactivación	60	150	200	200	0	0	V	D	D	D	V	V	314	912	1,156	1,156	0	0		
770	1-2016	30-ene-2016	19:03	Activación Respaldo	60	150	200	200	0	0	U	U	U	U	EU	V	314	912	1,156	1,156	0	0		1,122
771	1-2016	31-ene-2016	10:33	Desactivación	60	150	200	39	0	0	D	D	V	V	V	V	314	912	1,156	191	0	0		
772	1-2016	31-ene-2016	10:35	Cargue de Módulos	60	150	160	100	0	0	EU	D	D	D	V	V	314	912	967	584	0	0	203.7	
773	1-2016	31-ene-2016	12:03	Activación Respaldo	40	150	160	100	0	0	V	D	D	EU	V	V	197	912	967	584	0	0		463
774	1-2016	31-ene-2016	23:41	Desactivación	40	150	129	38	0	0	V	D	D	V	V	V	197	912	784	188	0	0		
775	1-2016	31-ene-2016	23:47	Activación Respaldo	40	150	129	38	0	0	V	D	EU	V	V	V	197	912	784	188	0	0		763
776	2-2016	01-feb-2016	10:37	Desactivación	40	150	27	38	0	0	V	D	V	V	V	V	197	912	128	188	0	0	45.3	30
777	2-2016	01-feb-2016	10:57	Activación Respaldo	40	150	27	38	0	0	V	EU	V	V	V	V	197	549	128	188	0	0		
778	2-2016	01-feb-2016	14:22	Desactivación	40	150	27	38	0	0	V	V	V	V	V	V	197	236	128	188	0	0	45.3	30
779	2-2016	01-feb-2016	15:33	Cargue de Módulos	110	180	89	89	0	0	D	D	EU	EU	V	V	654	1,067	507	507	0	0	1,987.8	1,803
780	2-2016	01-feb-2016	22:58	Desactivación	110	180	42	42	0	0	D	D	V	V	V	V	654	1,067	208	208	0	0	45.3	30
781	2-2016	01-feb-2016	22:58	Activación Respaldo	110	180	42	42	0	0	D	EU	V	V	V	V	654	810	208	208	0	0		
782	2-2016	02-feb-2016	10:52	Desactivación	110	25	42	42	0	0	D	V	V	V	V	V	654	118	208	208	0	0	45.3	30
783	2-2016	02-feb-2016	10:52	Activación Respaldo	101	25	42	42	0	0	EU	V	V	V	V	V	591	118	208	208	0	0		
784	2-2016	02-feb-2016	12:43	Desactivación	73	25	42	42	0	0	V	V	V	V	V	V	396	118	208	208	0	0	45.3	30
785	2-2016	02-feb-2016	13:13	Cargue de Módulos	180	110	100	100	0	0	V	D	D	D	V	V	1,067	654	584	584	0	0	1,571.6	1,975
786	2-2016	02-feb-2016	13:33	Desactivación	160	110	100	100	0	0	D	D	D	D	V	V	967	654	584	584	0	0	45.3	30
787	2-2016	02-feb-2016	13:48	Activación Respaldo	160	110	100	100	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	654	584	584	0	0		
788	2-2016	03-feb-2016	05:49	Desactivación	160	110	16	16	0	0	D	D	V	V	V	V	967	654	74	74	0	0	45.3	30
789	2-2016	03-feb-2016	06:04	Activación Respaldo	126	110	16	16	0	0	EU	D	V	V	V	V	764	654	74	74	0	0		
790	2-2016	03-feb-2016	14:11	Desactivación	24	110	16	16	0	0	V	D	V	V	V	V	113	654	74	74	0	0	45.3	30
791	2-2016	03-feb-2016	14:21	Cargue de Módulos	171	120	98	98	0	0	EU	D	D	D	V	V	1,023	724	570	570	0	0	1,572.3	1,753
792	2-2016	03-feb-2016	16:06	Desactivación	144	120	98	98	0	0	D	D	D	D	V	V	876	724	570	570	0	0	45.3	30
793	2-2016	03-feb-2016	16:06	Activación Respaldo	144	120	98	98	0	0	D	D	EU	EU	V	V	876	724	570	570	0	0		
794	2-2016	04-feb-2016	06:00	Desactivación	144	120	34	34	0	0	D	D	V	V	V	V	876	724	164	164	0	0	45.3	30
795	2-2016	04-feb-2016	06:00	Activación Respaldo	144	120	34	34	0	0	U	U	EU	V	V	V	876	724	164	164	0	0		
796	2-2016	04-feb-2016	12:45	Desactivación	144	26	34	34	0	0	D	V	V	V	V	V	876	123	164	164	0	0	45.3	30
797	2-2016	04-feb-2016	12:45	Activación Respaldo	144	26	34	34	0	0	EU	V	V	V	V	V	876	123	164	164	0	0		
798	2-2016	04-feb-2016	14:19	Desactivación	114	26	34	34	0	0	D	V	V	V	V	V	682	123	164	164	0	0	45.3	30
799	2-2016	04-feb-2016	15:34	Cargue de Módulos	190	168	99	99	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,008	577	577	0	0	2,140.9	1,569
800	2-2016	05-feb-2016	05:45	Desactivación	190	168	35	35	0	0	D	D	V	V	V	V	1,112	1,008	170	170	0	0	45.3	30
801	2-2016	05-feb-2016	05:45	Activación Respaldo	190	168	35	35	0	0	D	EU	V	V	V	V	1,112	1,008	170	170	0	0		
802	2-2016	05-feb-2016	12:50	Desactivación	190	50	35	35	0	0	D	V	V	V	V	V	1,112	254	170	170	0	0	45.3	30
803	2-2016	05-feb-2016	12:50	Cargue de Módulos	190	180	113	113	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,067	675	675	0	0	1,624.5	2,121
804	2-2016	06-feb-2016	06:53	Desactivación	190	180	39	39	0	0	D	D	V	V	V	V	1,112	1,067	191	191	0	0	45.3	30
805	2-2016	06-feb-2016	06:53	Activación Respaldo	190	180	39	39	0	0	EU	D	V	V	V	V	1,112	1,067	191	191	0	0		
806	2-2016	06-feb-2016	14:42	Desactivación	22	152	39	39	0	0	V	D	V	V	V	V	103	924	191	191	0	0	45.3	30
807	2-2016	06-feb-2016	14:57	Cargue de Módulos	150	151	122	122	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	918	737	737	0	0	1,896.1	1,330
808	2-2016	07-feb-2016	08:10	Desactivación	135	151	69	69	0	0	D	D	V	V	V	V	822	918	372	372	0	0	45.3	30
809	2-2016	07-feb-2016	08:10	Activación Respaldo	135	151	69	69	0	0	EU	D	V	V	V	V	822	918						

814	2-2016	08-feb-2016	05:00	Activación Respaldo	130	151	50	50	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	790	918	254	254	0	0		
815	2-2016	08-feb-2016	11:25	Desactivación	70	151	50	50	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	378	918	254	254	0	0	45.3	30
816	2-2016	08-feb-2016	11:25	Cargue de Módulos	180	151	130	130	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,067	918	790	790	0	0	1,762.0	1,971
817	2-2016	09-feb-2016	05:20	Desactivación	180	151	28	28	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	1,067	918	133	133	0	0	45.3	30
818	2-2016	09-feb-2016	05:21	Activación Respaldo	131	151	28	28	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	797	918	133	133	0	0		
819	2-2016	09-feb-2016	12:30	Desactivación	75	151	28	28	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	411	918	133	133	0	0	45.3	30
820	2-2016	09-feb-2016	12:30	Cargue de Módulos	150	151	160	160	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	918	967	967	0	0	2,169.3	1,931
821	2-2016	10-feb-2016	06:20	Desactivación	137	151	40	40	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	835	918	197	197	0	0	45.3	30
822	2-2016	10-feb-2016	06:20	Activación Respaldo	137	151	40	40	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	835	918	197	197	0	0		
823	2-2016	10-feb-2016	12:20	Desactivación	62	190	40	40	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	327	1,112	197	197	0	0	45.3	30
824	2-2016	10-feb-2016	12:20	Cargue de Módulos	170	160	123	123	0	0	0	0	D	D	D	D	V	V	1,018	967	744	744	0	0	1,640.7	1,543
825	2-2016	10-feb-2016	12:20	Activación Respaldo	170	160	123	123	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,018	967	744	744	0	0		
826	2-2016	11-feb-2016	04:53	Desactivación	170	160	60	60	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	1,018	967	314	314	0	0	45.3	30
827	2-2016	11-feb-2016	04:53	Activación Respaldo	170	160	60	60	0	0	0	0	D	EU	V	V	V	V	1,018	967	314	314	0	0		
828	2-2016	11-feb-2016	11:35	Desactivación	170	55	60	60	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	1,018	284	314	314	0	0	45.3	30
829	2-2016	11-feb-2016	11:35	Cargue de Módulos	170	150	130	130	0	0	0	0	D	D	D	D	V	V	1,018	912	790	790	0	0	1,581.1	1,846
830	2-2016	11-feb-2016	11:35	Activación Respaldo	170	150	130	130	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,018	912	790	790	0	0		
831	2-2016	12-feb-2016	04:51	Desactivación	170	150	40	40	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	1,018	912	197	197	0	0	45.3	30
832	2-2016	12-feb-2016	04:51	Activación Respaldo	170	132	40	40	0	0	0	0	D	EU	V	V	V	V	1,018	803	197	197	0	0		
833	2-2016	12-feb-2016	11:40	Desactivación	170	50	40	40	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	1,018	254	197	197	0	0	45.3	30
834	2-2016	12-feb-2016	11:40	Cargue de Módulos	170	195	151	151	0	0	0	0	D	D	D	D	V	V	1,018	1,134	918	918	0	0	2,323.1	2,191
835	2-2016	12-feb-2016	11:40	Activación Respaldo	170	195	151	151	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,018	1,134	918	918	0	0		
836	2-2016	13-feb-2016	07:11	Desactivación	170	195	151	151	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	1,018	1,134	918	918	0	0	45.3	30
837	2-2016	13-feb-2016	07:11	Activación Respaldo	150	195	151	151	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1,134	918	918	0	0		
838	2-2016	13-feb-2016	12:55	Desactivación	150	70	50	50	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	912	378	254	254	0	0	45.3	30
839	2-2016	13-feb-2016	12:55	Cargue de Módulos	175	160	130	130	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,043	967	790	790	0	0	1,792.8	1,803
840	2-2016	14-feb-2016	07:35	Desactivación	175	160	55	55	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	1,043	967	284	284	0	0	45.3	30
841	2-2016	14-feb-2016	07:35	Activación Respaldo	175	160	55	55	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	1,043	967	284	284	0	0		
842	2-2016	14-feb-2016	13:30	Desactivación	50	160	55	55	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	254	967	284	284	0	0	45.3	30
843	2-2016	14-feb-2016	13:30	Cargue de Módulos	152	160	120	120	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	924	967	724	724	0	0	1,550.0	1,663
844	2-2016	15-feb-2016	06:50	Desactivación	152	160	40	40	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	924	967	197	197	0	0	45.3	30
845	2-2016	15-feb-2016	06:50	Activación Respaldo	152	160	40	40	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	924	967	197	197	0	0		
846	2-2016	15-feb-2016	12:30	Desactivación	60	160	40	40	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	314	967	197	197	0	0	45.3	30
847	2-2016	15-feb-2016	14:03	Cargue de Módulos	165	150	136	136	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	993	912	828	828	0	0	1,887.5	2,017
848	2-2016	16-feb-2016	07:30	Desactivación	5	150	53	53	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	993	912	272	272	0	0	45.3	30
849	2-2016	16-feb-2016	07:30	Activación Respaldo	165	150	53	53	0	0	0	0	EU	V	V	V	V	V	993	912	272	272	0	0		
850	2-2016	16-feb-2016	13:30	Desactivación	165	45	53	53	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	993	225	272	272	0	0	45.3	30
851	2-2016	16-feb-2016	13:30	Activación Respaldo	165	45	53	53	0	0	0	0	EU	V	V	V	V	V	993	225	272	272	0	0		
852	2-2016	16-feb-2016	15:00	Desactivación	128	45	53	53	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	777	225	272	272	0	0	45.3	30
853	2-2016	16-feb-2016	15:19	Cargue de Módulos	140	140	127	127	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	853	853	771	771	0	0	1,721.8	1,452
854	2-2016	17-feb-2016	06:00	Desactivación	140	140	60	60	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	853	853	314	314	0	0	45.3	30
855	2-2016	17-feb-2016	06:00	Activación Respaldo	140	140	60	60	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	853	853	314	314	0	0		
856	2-2016	17-feb-2016	11:45	Desactivación	160	140	60	60	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	314	853	314	314	0	0	45.3	30
857	2-2016	17-feb-2016	11:45	Cargue de Módulos	140	140	123	123	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	853	853	744	744	0	0	1,398.1	1,970
858	2-2016	18-feb-2016	05:50	Desactivación	140	140	50	50	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	853	853	254	254	0	0	45.3	30
859	2-2016	18-feb-2016	05:50	Activación Respaldo	113	140	50	50	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	675	853	254	254	0	0		
860	2-2016	18-feb-2016	12:48	Desactivación	41	140	50	50	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	202	653	254	254	0	0	45.3	30
861	2-2016	18-feb-2016	12:48	Activación Respaldo	41	140	50	50	0	0	0	0	V	EU	V	V	V	V	202	653	254	254	0	0		
862	2-2016	18-feb-2016	13:48	Desactivación	41	30	50	50	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	202	514	254	254	0	0	45.3	30
863	2-2016	18-feb-2016	13:48	Cargue de Módulos	120	141	121	121	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	724	859	731	731	0	0	1,820.0	1,193
864	2-2016	19-feb-2016	05:45	Desactivación	120	141	51	51	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	724	859	260	260	0	0	45.3	30
865	2-2016	19-feb-2016	05:45	Activación Respaldo	120	141	51	51	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	724	859	260	260	0	0		
866	2-2016	20-feb-2016	07:05	Desactivación	120	141	56	56	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	724	859	290	290	0	0	45.3	30
867	2-2016	20-feb-2016	07:05	Activación Respaldo	120	134	56	56	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	724	816	290	290	0	0		
868	2-2016	20-feb-2016	12:05	Desactivación	120	67	56	56	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	724	359	290	290	0	0	45.3	30
869	2-2016	20-feb-2016	12:05	Activación Respaldo	180	67	56	56	0	0	0	0	EU	V	V	V	V	V	1,067	359	290	290	0	0	45.3	30
870	2-2016	20-feb-2016	13:25	Desactivación	160	67	56	56	0	0	0	0	V	V	V	V	V	V	967	359	290	290	0	0	45.3	30
871	2-2016	20-feb-2016	13:25	Cargue de Módulos	160	150	125	125	0	0	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	912	758	758	0	0	1,489.4	1,291
872	2-2016	21-feb-2016	06:00	Desactivación	160	150	75	75	0	0	0	0	D	D	V	V	V	V	967	912	411	411	0	0	45.3	30
873	2-2016	21-feb-2016	06:00	Activación Respaldo	160	141	75	75	0	0	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	859	411	411	0	0		
874	2-2016	21-feb-2016	13:00	Desactivación	160	60	75	75	0	0	0	0	V	D	V	V	V	V	967	314	411	411	0	0	45.3	30
875	2-2016	2																								

915	3-2016	01-mar-2016	05.50	Desactivación	160	180	30	30	0	0	D	D	V	V	V	V	967	1.067	143	143	0	0	45.3	30
916	3-2016	01-mar-2016	05.50	Activación Respaldo	146	180	30	30	0	0	EU	D	V	V	V	V	887	1.067	143	143	0	0		
917	3-2016	01-mar-2016	12.25	Desactivación	63	180	30	30	0	0	V	EU	V	V	V	V	333	1.067	143	143	0	0	45.3	30
918	3-2016	01-mar-2016	14.00	Cargue de Módulos	140	210	123	123	0	0	D	D	EU	EU	V	V	853	1.197	744	744	0	0	1.652	1.717
919	3-2016	02-mar-2016	05.05	Desactivación	140	210	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	853	1.197	197	197	0	0	45.3	30
920	3-2016	02-mar-2016	05.05	Activación Respaldo	110	210	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	654	1.197	197	197	0	0		
921	3-2016	02-mar-2016	10.23	Desactivación	46	210	40	40	0	0	V	D	V	V	V	V	231	1.197	197	197	0	0	45.3	30
922	3-2016	02-mar-2016	10.25	Cargue de Módulos	150	190	125	125	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	1.112	758	758	0	0	1.719	1.656
923	3-2016	03-mar-2016	04.58	Desactivación	150	190	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	912	1.112	197	197	0	0	45.3	30
924	3-2016	03-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	140	190	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	853	1.112	197	197	0	0		
925	3-2016	03-mar-2016	12.03	Desactivación	70	190	40	40	0	0	V	D	V	V	V	V	378	1.112	197	197	0	0	45.3	30
926	3-2016	03-mar-2016	12.05	Cargue de Módulos	170	190	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.018	1.112	822	822	0	0	1.891	2.231
927	3-2016	04-mar-2016	05.33	Desactivación	170	190	30	30	0	0	D	D	V	V	V	V	1.018	1.112	143	143	0	0	45.3	30
928	3-2016	04-mar-2016	05.33	Activación Respaldo	131	190	30	30	0	0	EU	D	V	V	V	V	737	1.112	143	143	0	0		
929	3-2016	04-mar-2016	11.00	Desactivación	75	160	30	30	0	0	V	D	V	V	V	V	411	967	143	143	0	0	45.3	30
930	3-2016	05-mar-2016	12.00	Activación Respaldo	75	160	30	30	0	0	V	EU	V	V	V	V	411	967	143	143	0	0		
931	3-2016	05-mar-2016	13.00	Desactivación	75	139	30	30	0	0	V	D	V	V	V	V	411	847	143	143	0	0	45.3	30
932	3-2016	04-mar-2016	11.00	Cargue de Módulos	160	190	130	130	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	1.112	790	790	0	0	2.116	1.502
933	3-2016	05-mar-2016	05.16	Desactivación	160	190	60	60	0	0	D	D	V	V	V	V	967	1.112	314	314	0	0	45.3	30
934	3-2016	05-mar-2016	05.16	Activación Respaldo	126	190	60	60	0	0	EU	D	V	V	V	V	784	1.112	314	314	0	0		
935	3-2016	05-mar-2016	10.50	Desactivación	76	190	60	60	0	0	V	D	V	V	V	V	418	1.112	314	314	0	0	45.3	30
936	3-2016	05-mar-2016	11.30	Cargue de Módulos	180	190	130	130	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.112	790	790	0	0	1.601	1.497
937	3-2016	06-mar-2016	05.00	Desactivación	180	190	64	64	0	0	D	D	V	V	V	V	1.067	1.112	339	339	0	0	45.3	30
938	3-2016	06-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	145	190	64	64	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1.112	339	339	0	0		
939	3-2016	06-mar-2016	10.15	Desactivación	84	190	64	64	0	0	V	D	V	V	V	V	472	1.112	339	339	0	0	45.3	30
940	3-2016	06-mar-2016	11.35	Cargue de Módulos	180	190	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.112	822	822	0	0	1.560	1.665
941	3-2016	07-mar-2016	05.00	Desactivación	180	190	55	55	0	0	D	D	V	V	V	V	1.067	1.112	284	284	0	0	45.3	30
942	3-2016	07-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	148	190	55	55	0	0	EU	D	V	V	V	V	896	1.112	284	284	0	0		
943	3-2016	07-mar-2016	10.00	Desactivación	85	190	55	55	0	0	D	D	V	V	V	V	479	1.112	284	284	0	0	45.3	30
944	3-2016	07-mar-2016	10.00	Cargue de Módulos	195	190	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.134	1.112	822	822	0	0	1.733	1.870
945	3-2016	08-mar-2016	06.00	Desactivación	195	190	42	42	0	0	D	D	V	V	V	V	1.134	1.112	208	208	0	0	45.3	30
946	3-2016	08-mar-2016	06.00	Activación Respaldo	149	190	42	42	0	0	EU	D	V	V	V	V	896	1.112	208	208	0	0		
947	3-2016	08-mar-2016	11.20	Desactivación	87	190	42	42	0	0	V	D	V	V	V	V	433	1.112	208	208	0	0	45.3	30
948	3-2016	08-mar-2016	11.20	Cargue de Módulos	190	190	136	136	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.112	1.112	828	828	0	0	1.861	1.678
949	3-2016	09-mar-2016	05.00	Desactivación	10	190	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	1.112	1.112	254	254	0	0	45.3	30
950	3-2016	09-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	10	190	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1.112	254	254	0	0		
951	3-2016	09-mar-2016	10.00	Desactivación	100	190	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	584	1.112	254	254	0	0	45.3	30
952	3-2016	09-mar-2016	10.00	Cargue de Módulos	180	190	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.112	853	853	0	0	1.681	1.905
953	3-2016	10-mar-2016	06.00	Desactivación	145	190	33	33	0	0	D	D	V	V	V	V	882	1.112	159	159	0	0	45.3	30
954	3-2016	10-mar-2016	06.05	Activación Respaldo	145	190	37	37	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1.112	180	180	0	0		
955	3-2016	10-mar-2016	11.21	Desactivación	89	190	37	37	0	0	V	D	V	V	V	V	507	1.112	180	180	0	0	45.3	30
956	3-2016	10-mar-2016	12.51	Cargue de Módulos	180	190	137	137	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.112	835	835	0	0	1.869	1.997
957	3-2016	11-mar-2016	05.00	Desactivación	145	190	65	65	0	0	D	D	V	V	V	V	882	1.112	346	346	0	0	45.3	30
958	3-2016	11-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	145	190	37	37	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1.112	180	180	0	0		
959	3-2016	11-mar-2016	11.45	Desactivación	70	190	37	37	0	0	V	D	V	V	V	V	378	1.112	180	180	0	0	45.3	30
960	3-2016	11-mar-2016	11.45	Cargue de Módulos	190	190	146	146	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.112	1.112	887	887	0	0	2.148	1.810
961	3-2016	12-mar-2016	05.00	Desactivación	190	190	63	63	0	0	D	D	V	V	V	V	1.112	1.112	333	333	0	0	45.3	30
962	3-2016	12-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	143	190	63	63	0	0	EU	D	V	V	V	V	870	1.112	333	333	0	0		
963	3-2016	12-mar-2016	11.36	Desactivación	75	190	63	63	0	0	V	D	V	V	V	V	411	1.112	333	333	0	0	45.3	30
964	3-2016	12-mar-2016	11.36	Cargue de Módulos	190	190	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.112	1.112	853	853	0	0	1.741	1.591
965	3-2016	13-mar-2016	05.00	Desactivación	190	190	72	72	0	0	D	D	V	V	V	V	1.112	1.112	391	391	0	0	45.3	30
966	3-2016	13-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	140	190	72	72	0	0	EU	D	V	V	V	V	853	1.112	391	391	0	0		
967	3-2016	13-mar-2016	10.15	Desactivación	80	190	72	72	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1.112	391	391	0	0	45.3	30
968	3-2016	13-mar-2016	11.47	Cargue de Módulos	185	190	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.090	1.112	822	822	0	0	1.507	1.917
969	3-2016	14-mar-2016	05.00	Desactivación	185	190	48	48	0	0	D	D	V	V	V	V	1.090	1.112	242	242	0	0	45.3	30
970	3-2016	14-mar-2016	05.00	Activación Respaldo	145	190	48	48	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1.112	242	242	0	0		
971	3-2016	14-mar-2016	10.25	Desactivación	63	190	48	48	0	0	V	D	V	V	V	V	333	1.112	242	242	0	0	45.3	30
972	3-2016	14-mar-2016	12.30	Cargue de Módulos	165	190	125	125	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.090	1.112	758	758	0	0	1.788	1.584
973	3-2016	15-mar-2016	04.57	Desactivación	185	190	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	1.090	1.112	254	254	0	0	45.3	30
974	3-2016	15-mar-2016	04.57	Activación Respaldo	160	190	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	1.112	254	254	0	0		
975	3-2016	15-mar-2016	10.45	Desactivación	90	190	50	50	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1.112	254	254	0	0	45.3	30
976	3-2016	15-mar-2016	11.30	Cargue de Módulos	170	190	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.018	1.112	853	853	0	0	1.709	1.751
977	3-2016	16-mar-2016	05.54	Desactivación	170	190	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	1.018	1.112	254	254	0	0	45.3	30
978	3-2016	16-mar-2016	05.55	Activación Respaldo	138	190	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	841	1.112	254	254	0	0		
979	3-2016	16-mar-2016	11.00	Desactivación	83	190	50	50	0	0	V	D	V	V	V	V								

1001	3-2016	22-mar-2016	12:26	Cargue de Módulos	190	190	136	136	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,112	828	828	0	0	1,692	1,574
1002	3-2016	23-mar-2016	04:30	Activación Respaldo	146	190	68	68	0	0	EU	D	V	V	V	V	887	1,112	365	365	0	0		
1003	3-2016	23-mar-2016	11:00	Desactivación	83	190	68	68	0	0	V	D	V	V	V	V	465	1,112	365	365	0	0	45.3	30
1004	3-2016	23-mar-2016	11:00	Cargue de Módulos	180	190	129	129	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,067	1,112	784	784	0	0	1,439	1,706
1005	3-2016	24-mar-2016	05:00	Desactivación	141	190	52	52	0	0	D	D	V	V	V	V	859	1,112	266	266	0	0	45.3	30
1006	3-2016	24-mar-2016	05:00	Activación Respaldo	141	190	52	52	0	0	EU	D	V	V	V	V	859	1,112	266	266	0	0		
1007	3-2016	24-mar-2016	12:40	Desactivación	73	190	52	52	0	0	V	D	V	V	V	V	398	1,112	266	266	0	0	45.3	30
1008	3-2016	24-mar-2016	12:40	Cargue de Módulos	185	190	125	125	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,090	1,112	758	758	0	0	1,676	1,490
1009	3-2016	25-mar-2016	05:00	Desactivación	185	190	71	71	0	0	D	D	V	V	V	V	1,090	1,112	385	385	0	0	45.3	30
1010	3-2016	25-mar-2016	05:00	Activación Respaldo	136	190	71	71	0	0	EU	D	V	V	V	V	828	1,112	385	385	0	0		
1011	3-2016	25-mar-2016	12:00	Desactivación	65	190	71	71	0	0	V	D	V	V	V	V	346	1,112	385	385	0	0	45.3	30
1012	3-2016	25-mar-2016	12:00	Cargue de Módulos	195	190	133	133	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,134	1,112	810	810	0	0	1,639	1,392
1013	3-2016	26-mar-2016	04:00	Desactivación	195	190	80	80	0	0	D	D	V	V	V	V	1,134	1,112	445	445	0	0	45.3	30
1014	3-2016	26-mar-2016	04:00	Activación Respaldo	145	190	80	80	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1,112	445	445	0	0		
1015	3-2016	26-mar-2016	11:00	Desactivación	84	190	80	80	0	0	V	D	V	V	V	V	472	1,112	445	445	0	0	45.3	30
1016	3-2016	26-mar-2016	11:00	Cargue de Módulos	185	190	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,090	1,112	853	853	0	0	1,434	1,315
1017	3-2016	27-mar-2016	02:12	Desactivación	185	190	70	70	0	0	D	D	V	V	V	V	1,090	1,112	378	378	0	0	45.3	30
1018	3-2016	27-mar-2016	02:12	Activación Respaldo	153	190	70	70	0	0	EU	D	V	V	V	V	929	1,112	378	378	0	0		
1019	3-2016	27-mar-2016	09:00	Desactivación	120	190	70	70	0	0	V	D	V	V	V	V	724	1,112	378	378	0	0	45.3	30
1020	3-2016	27-mar-2016	09:00	Cargue de Módulos	190	190	153	153	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,112	929	929	0	0	1,491	2,031
1021	3-2016	28-mar-2016	05:00	Desactivación	164	190	41	41	0	0	D	D	V	V	V	V	988	1,112	202	202	0	0	45.3	30
1022	3-2016	28-mar-2016	05:00	Activación Respaldo	164	190	41	41	0	0	EU	D	V	V	V	V	988	1,112	202	202	0	0		
1023	3-2016	28-mar-2016	10:40	Desactivación	93	190	41	41	0	0	V	D	V	V	V	V	535	1,112	202	202	0	0	45.3	30
1024	3-2016	28-mar-2016	12:15	Cargue de Módulos	200	190	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,158	1,112	853	853	0	0	1,922	1,969
1025	3-2016	29-mar-2016	05:40	Desactivación	200	190	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	1,156	1,112	254	254	0	0	45.3	30
1026	3-2016	29-mar-2016	05:40	Activación Respaldo	150	190	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1,112	254	254	0	0		
1027	3-2016	29-mar-2016	13:10	Desactivación	71	190	50	50	0	0	V	D	V	V	V	V	385	1,112	254	254	0	0	45.3	30
1028	3-2016	29-mar-2016	13:10	Cargue de Módulos	180	190	129	129	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	1,112	784	784	0	0	1,643	1,806
1029	3-2016	30-mar-2016	05:50	Desactivación	180	190	49	49	0	0	D	D	V	V	V	V	967	1,112	248	248	0	0	45.3	30
1030	3-2016	30-mar-2016	05:50	Activación Respaldo	160	190	49	49	0	0	D	EU	V	V	V	V	967	1,112	248	248	0	0		
1031	3-2016	30-mar-2016	12:34	Desactivación	160	70	49	49	0	0	V	D	V	V	V	V	967	378	248	248	0	0	45.3	30
1032	3-2016	30-mar-2016	12:34	Cargue de Módulos	160	180	127	127	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	1,067	771	771	0	0	1,734	1,528
1033	3-2016	31-mar-2016	05:00	Desactivación	160	180	60	60	0	0	D	D	V	V	V	V	967	1,067	314	314	0	0	45.3	30
1034	3-2016	31-mar-2016	05:00	Activación Respaldo	150	180	60	60	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1,067	314	314	0	0		
1035	3-2016	31-mar-2016	11:45	Desactivación	66	180	60	60	0	0	V	D	V	V	V	V	352	1,067	314	314	0	0	45.3	30
1036	3-2016	31-mar-2016	11:45	Cargue de Módulos	160	180	130	130	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	1,067	790	790	0	0	1,567	2,091
1037	4-2016	01-abr-2016	05:00	Desactivación	160	180	35	35	0	0	D	D	V	V	V	V	967	1,067	170	170	0	0	45.3	30
1038	4-2016	01-abr-2016	05:00	Activación Respaldo	160	180	35	35	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	1,067	170	170	0	0		
1039	4-2016	01-abr-2016	11:44	Desactivación	25	180	35	35	0	0	V	D	V	V	V	V	118	1,067	170	170	0	0	45.3	30
1040	4-2016	01-abr-2016	11:44	Cargue de Módulos	190	150	153	153	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	912	929	929	0	0	2,359	2,063
1041	4-2016	02-abr-2016	05:00	Desactivación	190	150	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	1,112	912	197	197	0	0	45.3	30
1042	4-2016	02-abr-2016	05:00	Activación Respaldo	190	150	40	40	0	0	D	EU	V	V	V	V	1,112	912	197	197	0	0		
1043	4-2016	02-abr-2016	10:30	Desactivación	190	60	40	40	0	0	V	D	V	V	V	V	1,112	314	197	197	0	0	45.3	30
1044	4-2016	02-abr-2016	11:30	Cargue de Módulos	190	160	130	130	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	967	790	790	0	0	1,840	2,004
1045	4-2016	03-abr-2016	05:45	Desactivación	190	160	36	36	0	0	V	D	V	V	V	V	1,112	967	175	175	0	0	45.3	30
1046	4-2016	03-abr-2016	05:45	Activación Respaldo	146	160	36	36	0	0	EU	D	V	V	V	V	887	967	175	175	0	0		
1047	4-2016	03-abr-2016	11:20	Desactivación	64	160	36	36	0	0	V	D	V	V	V	V	339	967	175	175	0	0	45.3	30
1048	4-2016	03-abr-2016	12:05	Cargue de Módulos	180	160	129	129	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	967	784	784	0	0	1,931	2,849
1049	4-2016	04-abr-2016	05:55	Desactivación	190	160	25	25	0	0	V	D	V	V	V	V	1,112	967	118	118	0	0	45.3	30
1050	4-2016	04-abr-2016	05:55	Activación Respaldo	140	160	25	25	0	0	EU	D	V	V	V	V	853	967	118	118	0	0		
1051	4-2016	04-abr-2016	12:25	Desactivación	25	160	25	25	0	0	V	D	V	V	V	V	118	967	118	118	0	0	45.3	30
1052	4-2016	04-abr-2016	12:25	Activación Respaldo	25	160	25	25	0	0	V	EU	V	V	V	V	118	967	118	118	0	0		
1053	4-2016	04-abr-2016	17:03	Desactivación	25	80	25	25	0	0	V	D	V	V	V	V	118	445	118	118	0	0	45.3	30
1054	4-2016	04-abr-2016	18:50	Cargue de Módulos	150	130	160	160	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	790	967	967	0	0	2,839	1,840
1055	4-2016	05-abr-2016	06:10	Desactivación	150	130	60	60	0	0	D	D	V	V	V	V	912	790	314	314	0	0	45.3	30
1056	4-2016	05-abr-2016	06:10	Activación Respaldo	150	130	60	60	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	790	314	314	0	0		
1057	4-2016	05-abr-2016	11:27	Desactivación	70	130	60	60	0	0	V	D	V	V	V	V	378	790	314	314	0	0	45.3	30
1058	4-2016	05-abr-2016	12:35	Cargue de Módulos	160	130	150	150	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	790	912	912	0	0	1,785	2,287
1059	4-2016	06-abr-2016	08:05	Desactivación	160	130	24	24	0	0	D	D	V	V	V	V	967	790	113	113	0	0	45.3	30
1060	4-2016	06-abr-2016	08:05	Activación Respaldo	160	130	24	24	0	0	D	EU	V	V	V	V	967	790	113	113	0	0		
1061	4-2016	06-abr-2016	14:30	Desactivación	160	122	24	24	0	0	V	D	V	V	V	V	967	103	113	113	0	0	45.3	30
1062	4-2016	06-abr-2016	16:21	Cargue de Módulos	160	160	130	130	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	967	790	790	0	0	2,220	1,667
1063	4-2016	07-abr-2016	04:31	Desactivación	160	160	64	64	0	0	D	D	V	V	V	V	967	967	339	339	0	0	45.3	30
1064	4-2016	07-abr-2016	04:31	Activación Respaldo	160	123	64	64	0	0	D	EU	V	V	V	V	967	744	339	339	0	0		
1065	4-2016	07-abr-2016	11:36	Desactivación	160	41	64</																	

1091	4-2016	12-abr-2016	13:45	Desactivación	75	180	41	41	0	0	V	V	V	V	V	V	V	411	1,067	202	202	0	0	45.3	30
1092	4-2016	12-abr-2016	13:45	Cargue de Módulos	170	180	123	133	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,018	1,067	744	810	0	0	1,756	1,854
1093	4-2016	13-abr-2016	05:50	Desactivación	170	180	30	30	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,018	1,067	143	143	0	0	45.3	30
1094	4-2016	13-abr-2016	05:50	Activación Respaldo	170	180	30	30	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	1,018	1,067	143	143	0	0		
1095	4-2016	13-abr-2016	12:00	Desactivación	78	180	30	30	0	0	V	V	V	V	V	V	V	431	1,067	143	143	0	0	45.3	30
1096	4-2016	13-abr-2016	12:00	Cargue de Módulos	180	180	134	134	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	1,067	816	816	0	0	1,381	2,068
1097	4-2016	14-abr-2016	05:47	Desactivación	180	180	34	34	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	1,067	164	164	0	0	45.3	30
1098	4-2016	14-abr-2016	05:47	Activación Respaldo	121	180	34	34	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	731	1,067	164	164	0	0		
1099	4-2016	14-abr-2016	13:10	Desactivación	58	180	34	34	0	0	V	V	V	V	V	V	V	302	1,067	164	164	0	0	45.3	30
1100	4-2016	14-abr-2016	13:10	Cargue de Módulos	155	180	126	126	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	940	1,067	764	764	0	0	1,638	1,647
1101	4-2016	15-abr-2016	04:56	Desactivación	155	180	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	V	940	1,067	254	254	0	0	45.3	30
1102	4-2016	15-abr-2016	04:56	Activación Respaldo	155	180	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	940	1,067	254	254	0	0		
1103	4-2016	15-abr-2016	10:40	Desactivación	60	180	50	50	0	0	V	V	V	V	V	V	V	314	1,067	254	254	0	0	45.3	30
1104	4-2016	15-abr-2016	12:00	Cargue de Módulos	140	140	123	123	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	853	853	784	784	0	0	1,365	1,268
1105	4-2016	16-abr-2016	05:25	Desactivación	140	180	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	V	853	1,067	254	254	0	0	45.3	30
1106	4-2016	16-abr-2016	05:25	Activación Respaldo	140	180	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	853	1,067	254	254	0	0		
1107	4-2016	16-abr-2016	12:10	Desactivación	75	180	50	50	0	0	V	V	V	V	V	V	V	411	1,067	254	254	0	0	45.3	30
1108	4-2016	16-abr-2016	12:10	Cargue de Módulos	180	180	125	125	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	1,067	758	758	0	0	1,663	1,764
1109	4-2016	17-abr-2016	06:30	Desactivación	180	180	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	1,067	197	197	0	0	45.3	30
1110	4-2016	17-abr-2016	06:30	Activación Respaldo	140	180	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	853	1,067	197	197	0	0		
1111	4-2016	17-abr-2016	13:30	Desactivación	77	180	40	40	0	0	V	V	V	V	V	V	V	424	1,067	197	197	0	0	45.3	30
1112	4-2016	17-abr-2016	12:30	Cargue de Módulos	180	180	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	1,067	853	853	0	0	1,954	1,867
1113	4-2016	18-abr-2016	05:23	Desactivación	180	180	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	1,067	254	254	0	0	45.3	30
1114	4-2016	18-abr-2016	05:23	Activación Respaldo	138	180	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	841	1,067	254	254	0	0		
1115	4-2016	18-abr-2016	12:47	Desactivación	73	180	50	50	0	0	V	V	V	V	V	V	V	398	1,067	254	254	0	0	45.3	30
1116	4-2016	18-abr-2016	12:47	Cargue de Módulos	180	180	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	1,067	822	822	0	0	1,806	1,961
1117	4-2016	19-abr-2016	05:00	Desactivación	180	180	35	35	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	1,067	170	170	0	0	45.3	30
1118	4-2016	19-abr-2016	05:00	Activación Respaldo	134	180	35	35	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	816	1,067	170	170	0	0		
1119	4-2016	19-abr-2016	10:30	Desactivación	75	180	35	35	0	0	V	V	V	V	V	V	V	411	1,067	170	170	0	0	45.3	30
1120	4-2016	19-abr-2016	10:30	Cargue de Módulos	180	180	126	126	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	1,067	764	764	0	0	1,845	2,066
1121	4-2016	20-abr-2016	05:20	Desactivación	180	180	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	1,067	197	197	0	0	45.3	30
1122	4-2016	20-abr-2016	05:20	Activación Respaldo	131	125	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	797	758	197	197	0	0		
1123	4-2016	20-abr-2016	11:30	Desactivación	80	125	40	40	0	0	V	V	V	V	V	V	V	445	758	197	197	0	0	45.3	30
1124	4-2016	20-abr-2016	11:30	Cargue de Módulos	180	150	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	967	912	822	822	0	0	1,928	1,771
1125	4-2016	21-abr-2016	05:08	Desactivación	160	150	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	V	967	912	254	254	0	0	45.3	30
1126	4-2016	21-abr-2016	05:08	Activación Respaldo	120	150	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	724	912	254	254	0	0		
1127	4-2016	21-abr-2016	10:05	Desactivación	63	150	50	50	0	0	V	V	V	V	V	V	V	333	912	254	254	0	0	45.3	30
1128	4-2016	21-abr-2016	12:20	Cargue de Módulos	180	150	130	130	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	912	790	790	0	0	1,607	2,074
1129	4-2016	22-abr-2016	07:00	Desactivación	180	150	21	21	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	912	98	98	0	0	45.3	30
1130	4-2016	22-abr-2016	07:00	Activación Respaldo	154	150	21	21	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	335	912	98	98	0	0		
1131	4-2016	22-abr-2016	14:21	Desactivación	70	150	21	21	0	0	V	V	V	V	V	V	V	378	912	98	98	0	0	45.3	30
1132	4-2016	22-abr-2016	14:21	Cargue de Módulos	180	150	124	124	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	912	751	751	0	0	1,995	1,668
1133	4-2016	23-abr-2016	05:35	Desactivación	180	150	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	912	197	197	0	0	45.3	30
1134	4-2016	23-abr-2016	05:35	Activación Respaldo	180	150	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	1,067	912	197	197	0	0		
1135	4-2016	23-abr-2016	11:52	Desactivación	89	150	40	40	0	0	V	V	V	V	V	V	V	507	912	197	197	0	0	45.3	30
1136	4-2016	23-abr-2016	11:52	Cargue de Módulos	180	150	133	133	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,067	912	810	810	0	0	1,766	1,910
1137	4-2016	24-abr-2016	07:00	Desactivación	180	150	45	45	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,067	912	225	225	0	0	45.3	30
1138	4-2016	24-abr-2016	07:00	Activación Respaldo	180	150	45	45	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	1,067	912	225	225	0	0		
1139	4-2016	24-abr-2016	12:30	Desactivación	62	150	45	45	0	0	V	V	V	V	V	V	V	327	912	225	225	0	0	45.3	30
1140	4-2016	24-abr-2016	13:33	Cargue de Módulos	180	150	133	133	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	967	912	810	810	0	0	1,810	2,057
1141	4-2016	25-abr-2016	10:00	Desactivación	160	150	26	26	0	0	D	D	V	V	V	V	V	967	912	123	123	0	0	45.3	30
1142	4-2016	25-abr-2016	10:00	Activación Respaldo	134	150	26	26	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	816	912	123	123	0	0		
1143	4-2016	25-abr-2016	15:30	Desactivación	55	150	26	26	0	0	V	V	V	V	V	V	V	284	912	123	123	0	0	45.3	30
1144	4-2016	25-abr-2016	17:20	Cargue de Módulos	175	150	126	126	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,043	912	764	764	0	0	2,042	1,592
1145	4-2016	26-abr-2016	07:00	Desactivación	175	150	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,043	912	254	254	0	0	45.3	30
1146	4-2016	26-abr-2016	07:00	Activación Respaldo	141	150	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	859	912	254	254	0	0		
1147	4-2016	26-abr-2016	12:00	Desactivación	84	150	50	50	0	0	V	V	V	V	V	V	V	472	912	254	254	0	0	45.3	30
1148	4-2016	26-abr-2016	12:00	Cargue de Módulos	175	150	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,043	912	853	853	0	0	1,763	1,906
1149	4-2016	27-abr-2016	07:47	Desactivación	175	150	34	34	0	0	D	D	V	V	V	V	V	1,043	912	164	164	0	0	45.3	30
1150	4-2016	27-abr-2016	07:50	Activación Respaldo	145	150	34	34	0	0	EU	D	V	V	V	V	V	882	912	164	164	0	0		
1151	4-2016	27-abr-2016	13:00	Desactivación	90	150	34	34	0	0	V	V	V	V	V	V	V	514	912	164	164	0	0	45.3	30
1152	4-2016	27-abr-2016	13:00	Cargue de Módulos	170	150	135	135	0	0	D	D	EU	EU	V	V	V	1,018	912	822	822	0	0	1,821	1,653
1153	4-2016	28-abr-2016	06:45	Desactivación	170	150	49	49	0	0	D														

1271	5-2016	27-may-2016	11:45	Desactivación	100	160	50	50	0	0	V	D	V	V	V	V	584	967	254	254	0	0	45,3	30
1272	5-2016	27-may-2016	11:45	Cargue de Módulos	180	160	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	967	853	853	0	0	1.681	1.967
1273	5-2016	28-may-2016	06:00	Desactivación	180	160	56	56	0	0	D	D	V	V	V	V	1.067	967	290	290	0	0	45,3	30
1274	5-2016	28-may-2016	06:00	Activación Respaldo	150	160	56	56	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	967	290	290	0	0		
1275	5-2016	28-may-2016	11:40	Desactivación	80	160	56	56	0	0	D	D	V	V	V	V	445	967	290	290	0	0	45,3	30
1276	5-2016	28-may-2016	12:35	Cargue de Módulos	180	160	150	150	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	967	912	912	0	0	1.867	1.905
1277	5-2016	29-may-2016	05:52	Desactivación	180	160	60	60	0	0	D	D	V	V	V	V	1.067	967	314	314	0	0	45,3	30
1278	5-2016	29-may-2016	05:52	Activación Respaldo	148	160	60	60	0	0	EU	D	V	V	V	V	898	967	314	314	0	0		
1279	5-2016	29-may-2016	10:40	Desactivación	90	160	60	60	0	0	V	D	V	V	V	V	514	967	314	314	0	0	45,3	30
1280	5-2016	29-may-2016	10:40	Cargue de Módulos	190	160	150	150	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.112	967	912	912	0	0	1.795	1.786
1281	5-2016	30-may-2016	05:41	Desactivación	190	160	52	52	0	0	D	D	V	V	V	V	1.112	967	266	266	0	0	45,3	30
1282	5-2016	30-may-2016	05:41	Activación Respaldo	165	160	52	52	0	0	EU	D	V	V	V	V	993	967	266	266	0	0		
1283	5-2016	30-may-2016	11:10	Desactivación	100	160	52	52	0	0	V	D	V	V	V	V	584	967	266	266	0	0	45,3	30
1284	5-2016	30-may-2016	11:10	Cargue de Módulos	180	160	175	175	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	967	1.043	1.043	0	0	1.938	2.001
1285	5-2016	31-may-2016	06:46	Desactivación	145	145	26	26	0	0	D	D	V	V	V	V	882	882	123	123	0	0	45,3	30
1286	5-2016	31-may-2016	06:46	Activación Respaldo	145	145	26	26	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	882	123	123	0	0		
1287	5-2016	31-may-2016	11:41	Desactivación	94	145	26	26	0	0	V	D	V	V	V	V	542	882	123	123	0	0	45,3	30
1288	5-2016	31-may-2016	12:30	Cargue de Módulos	180	180	144	144	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.067	876	876	0	0	2.217	2.042
1289	6-2016	01-jun-2016	06:21	Desactivación	148	180	46	46	0	0	D	D	V	V	V	V	887	1.067	231	231	0	0	45,3	30
1290	6-2016	01-jun-2016	06:21	Activación Respaldo	146	180	46	46	0	0	EU	D	V	V	V	V	887	1.067	231	231	0	0		
1291	6-2016	01-jun-2016	11:31	Desactivación	80	180	46	46	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1.067	231	231	0	0	45,3	30
1292	6-2016	01-jun-2016	12:46	Cargue de Módulos	180	180	143	143	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.067	870	870	0	0	1.907	2.097
1293	6-2016	02-jun-2016	06:00	Desactivación	180	180	28	28	0	0	D	D	V	V	V	V	1.067	1.067	133	133	0	0	45,3	30
1294	6-2016	02-jun-2016	06:00	Activación Respaldo	180	180	28	28	0	0	EU	D	V	V	V	V	1.067	1.067	133	133	0	0		
1295	6-2016	02-jun-2016	10:58	Desactivación	80	180	28	28	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1.067	133	133	0	0	45,3	30
1296	6-2016	02-jun-2016	11:47	Cargue de Módulos	170	180	137	137	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.018	1.067	835	835	0	0	1.977	1.813
1297	6-2016	03-jun-2016	06:18	Desactivación	170	180	37	37	0	0	D	D	V	V	V	V	1.018	1.067	180	180	0	0	45,3	30
1298	6-2016	03-jun-2016	06:20	Activación Respaldo	170	180	37	37	0	0	EU	D	V	V	V	V	1.018	1.067	180	180	0	0		
1299	6-2016	03-jun-2016	11:30	Desactivación	90	180	37	37	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1.067	180	180	0	0	45,3	30
1300	6-2016	03-jun-2016	12:48	Cargue de Módulos	180	180	151	151	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.067	918	918	0	0	2.028	1.785
1301	6-2016	04-jun-2016	05:52	Desactivación	180	180	58	58	0	0	D	D	V	V	V	V	1.067	1.067	302	302	0	0	45,3	30
1302	6-2016	04-jun-2016	05:52	Activación Respaldo	150	180	58	58	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1.067	302	302	0	0		
1303	6-2016	04-jun-2016	10:30	Desactivación	90	180	58	58	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1.067	302	302	0	0	45,3	30
1304	6-2016	04-jun-2016	10:30	Cargue de Módulos	190	180	144	144	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.112	1.067	876	876	0	0	1.747	1.773
1305	6-2016	05-jun-2016	06:10	Desactivación	190	180	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	1.112	1.067	254	254	0	0	45,3	30
1306	6-2016	05-jun-2016	06:10	Activación Respaldo	160	180	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	1.067	254	254	0	0		
1307	6-2016	05-jun-2016	10:20	Desactivación	100	180	50	50	0	0	V	D	V	V	V	V	584	1.067	254	254	0	0	45,3	30
1308	6-2016	05-jun-2016	10:20	Cargue de Módulos	170	180	150	150	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.018	1.067	912	912	0	0	1.751	1.943
1309	6-2016	06-jun-2016	05:39	Desactivación	170	180	16	16	0	0	D	D	V	V	V	V	1.018	1.067	74	74	0	0	45,3	30
1310	6-2016	06-jun-2016	05:39	Activación Respaldo	170	180	26	26	0	0	EU	D	V	V	V	V	1.018	1.067	123	123	0	0		
1311	6-2016	06-jun-2016	10:10	Desactivación	110	180	26	26	0	0	V	D	V	V	V	V	654	1.067	123	123	0	0	45,3	30
1312	6-2016	06-jun-2016	10:10	Cargue de Módulos	150	180	157	157	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	1.067	951	951	0	0	1.914	2.124
1313	6-2016	07-jun-2016	05:34	Desactivación	150	180	26	26	0	0	D	D	V	V	V	V	912	1.067	123	123	0	0	45,3	30
1314	6-2016	07-jun-2016	05:34	Activación Respaldo	150	180	26	26	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1.067	123	123	0	0		
1315	6-2016	07-jun-2016	11:45	Desactivación	80	180	26	26	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1.067	123	123	0	0	45,3	30
1316	6-2016	07-jun-2016	11:45	Cargue de Módulos	185	180	162	162	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.090	1.067	977	977	0	0	2.355	2.345
1317	6-2016	08-jun-2016	06:10	Desactivación	185	180	20	20	0	0	D	D	V	V	V	V	1.090	1.067	93	93	0	0	45,3	30
1318	6-2016	08-jun-2016	06:10	Activación Respaldo	150	180	20	20	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1.067	93	93	0	0		
1319	6-2016	08-jun-2016	11:00	Desactivación	90	180	20	20	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1.067	93	93	0	0	45,3	30
1320	6-2016	08-jun-2016	11:00	Cargue de Módulos	188	180	176	176	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.104	1.067	1.048	1.048	0	0	2.493	2.292
1321	6-2016	09-jun-2016	05:50	Desactivación	141	180	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	859	1.067	197	197	0	0	45,3	30
1322	6-2016	09-jun-2016	05:50	Activación Respaldo	141	180	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	859	1.067	197	197	0	0		
1323	6-2016	09-jun-2016	12:32	Desactivación	90	180	40	40	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1.067	197	197	0	0	45,3	30
1324	6-2016	09-jun-2016	12:32	Cargue de Módulos	180	180	161	161	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1.067	1.067	972	972	0	0	2.104	2.371
1325	6-2016	10-jun-2016	05:55	Desactivación	143	180	21	21	0	0	D	D	V	V	V	V	870	1.067	98	98	0	0	45,3	30
1326	6-2016	10-jun-2016	05:55	Activación Respaldo	143	180	21	21	0	0	EU	D	V	V	V	V	870	1.067	98	98	0	0		
1327	6-2016	10-jun-2016	11:15	Desactivación	80	180	21	21	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1.067	98	98	0	0	45,3	30
1328	6-2016	10-jun-2016	13:18	Cargue de Módulos	160	180	158	158	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	1.067	956	956	0	0	2.235	1.912
1329	6-2016	11-jun-2016	05:45	Desactivación	140	180	62	62	0	0	D	D	V	V	V	V	853	1.067	327	327	0	0	45,3	30
1330	6-2016	11-jun-2016	05:45	Activación Respaldo	140	180	62	62	0	0	EU	D	V	V	V	V	853	1.067	327	327	0	0		
1331	6-2016	11-jun-2016	10:55	Desactivación	60	180	62	62	0	0	V	D	V	V	V	V	314	1.067	327	327	0	0	45,3	30
1332	6-2016	11-jun-2016	12:35	Cargue de Módulos	155	180	145	145	0	0	D	D	EU	EU	V	V	940	1.067	882	882	0	0	1.735	1.726
1333	6-2016	12-jun-2016	05:20	Desactivación	155	180	40	40	0	0	D	D	V	V	V	V	940	1.067	197	197	0	0	45,3	30
1334	6-2016	12-jun-2016	05:20	Activación Respaldo	155	180	40	40	0	0	EU	D	V	V	V	V	940	1.067	197	197	0	0		

1362	6-2016	19-jun-2016	06:12	Activación Respaldo	145	180	63	63	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1,067	333	333	0	0		
1363	6-2016	19-jun-2016	10:44	Desactivación	75	180	63	63	0	0	V	D	V	V	V	V	411	1,067	333	333	0	0	45.3	30
1364	6-2016	19-jun-2016	12:01	Cargue de Módulos	165	180	163	163	0	0	D	D	EU	EU	V	V	993	1,067	983	983	0	0	1,881	2,341
1365	6-2016	20-jun-2016	05:25	Desactivación	125	180	55	55	0	0	D	D	V	V	V	V	758	1,067	284	284	0	0	45.3	30
1366	6-2016	20-jun-2016	05:25	Activación Respaldo	125	180	55	55	0	0	EU	D	V	V	V	V	758	1,067	284	284	0	0		
1367	6-2016	20-jun-2016	13:02	Desactivación	11	180	55	55	0	0	V	D	V	V	V	V	50	1,067	284	284	0	0	45.3	30
1368	6-2016	20-jun-2016	13:02	Activación Respaldo	11	148	55	55	0	0	V	EU	V	V	V	V	50	898	284	284	0	0		
1369	6-2016	20-jun-2016	15:00	Desactivación	11	122	55	55	0	0	V	V	V	V	V	V	50	737	284	284	0	0	45.3	30
1370	6-2016	20-jun-2016	15:00	Cargue de Módulos	140	175	95	95	0	0	D	D	EU	EU	V	V	853	1,043	549	549	0	0	1,638	1,818
1371	6-2016	21-jun-2016	05:40	Desactivación	111	175	7	7	0	0	D	D	V	V	V	V	661	1,043	32	32	0	0	45.3	30
1372	6-2016	21-jun-2016	05:40	Activación Respaldo	111	175	7	7	0	0	EU	D	V	V	V	V	661	1,043	32	32	0	0		
1373	6-2016	21-jun-2016	12:10	Desactivación	15	175	7	7	0	0	V	D	V	V	V	V	69	1,043	32	32	0	0	45.3	30
1374	6-2016	21-jun-2016	12:10	Activación Respaldo	15	151	7	7	0	0	V	EU	V	V	V	V	69	918	32	32	0	0		
1375	6-2016	21-jun-2016	14:15	Desactivación	15	132	7	7	0	0	V	V	V	V	V	V	69	803	32	32	0	0	45.3	30
1376	6-2016	21-jun-2016	14:15	Cargue de Módulos	145	175	105	105	0	0	D	D	EU	EU	V	V	882	1,043	619	619	0	0	2,227	1,580
1377	6-2016	22-jun-2016	05:40	Desactivación	145	175	30	30	0	0	D	D	V	V	V	V	882	1,043	143	143	0	0	45.3	30
1378	6-2016	22-jun-2016	05:40	Activación Respaldo	145	175	30	30	0	0	EU	D	V	V	V	V	882	1,043	143	143	0	0		
1379	6-2016	22-jun-2016	10:51	Desactivación	50	175	30	30	0	0	V	D	V	V	V	V	254	1,043	143	143	0	0	45.3	30
1380	6-2016	22-jun-2016	12:26	Cargue de Módulos	160	170	141	141	0	0	D	D	EU	EU	V	V	967	1,018	859	859	0	0	2,118	1,900
1381	6-2016	23-jun-2016	05:00	Desactivación	160	170	35	35	0	0	D	D	V	V	V	V	967	1,018	170	170	0	0	45.3	30
1382	6-2016	23-jun-2016	05:00	Activación Respaldo	160	170	35	35	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	1,018	170	170	0	0		
1383	6-2016	23-jun-2016	10:00	Desactivación	80	170	35	35	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1,018	170	170	0	0	45.3	30
1384	6-2016	23-jun-2016	11:17	Cargue de Módulos	190	170	140	140	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,018	853	853	0	0	2,034	2,034
1385	6-2016	24-jun-2016	06:10	Desactivación	190	170	24	24	0	0	D	D	V	V	V	V	1,112	1,018	113	113	0	0	45.3	30
1386	6-2016	24-jun-2016	06:10	Activación Respaldo	190	170	24	24	0	0	EU	D	V	V	V	V	1,112	1,018	113	113	0	0		
1387	6-2016	24-jun-2016	11:30	Desactivación	70	170	24	24	0	0	V	D	V	V	V	V	378	1,018	113	113	0	0	45.3	30
1388	6-2016	24-jun-2016	12:50	Cargue de Módulos	175	170	146	146	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,043	1,018	887	887	0	0	2,214	1,605
1389	6-2016	25-jun-2016	02:37	Desactivación	175	170	60	60	0	0	D	D	V	V	V	V	1,043	1,018	314	314	0	0	45.3	30
1390	6-2016	25-jun-2016	02:37	Activación Respaldo	175	170	60	60	0	0	EU	D	V	V	V	V	1,043	1,018	314	314	0	0		
1391	6-2016	25-jun-2016	07:14	Desactivación	100	170	60	60	0	0	V	D	V	V	V	V	584	1,018	314	314	0	0	45.3	30
1392	6-2016	25-jun-2016	08:11	Cargue de Módulos	190	170	161	161	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,112	1,018	972	972	0	0	1,845	2,112
1393	6-2016	26-jun-2016	06:04	Desactivación	190	170	37	37	0	0	D	D	V	V	V	V	1,112	1,018	180	180	0	0	45.3	30
1394	6-2016	26-jun-2016	06:04	Activación Respaldo	160	170	37	37	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	1,018	180	180	0	0		
1395	6-2016	26-jun-2016	10:30	Desactivación	100	170	37	37	0	0	V	D	V	V	V	V	584	1,018	180	180	0	0	45.3	30
1396	6-2016	26-jun-2016	11:22	Cargue de Módulos	170	170	167	167	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,018	1,018	1,003	1,003	0	0	2,080	2,004
1397	6-2016	27-jun-2016	05:20	Desactivación	170	170	50	50	0	0	D	D	V	V	V	V	1,018	1,018	254	254	0	0	45.3	30
1398	6-2016	27-jun-2016	05:20	Activación Respaldo	160	170	50	50	0	0	EU	D	V	V	V	V	967	1,018	254	254	0	0		
1399	6-2016	27-jun-2016	09:44	Desactivación	90	170	50	50	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1,018	254	254	0	0	45.3	30
1400	6-2016	27-jun-2016	10:24	Cargue de Módulos	150	170	173	173	0	0	D	D	EU	EU	V	V	912	1,018	1,033	1,033	0	0	1,957	2,268
1401	6-2016	28-jun-2016	06:20	Desactivación	150	170	28	28	0	0	D	D	V	V	V	V	912	1,018	133	133	0	0	45.3	30
1402	6-2016	28-jun-2016	06:10	Activación Respaldo	150	170	28	28	0	0	EU	D	V	V	V	V	912	1,018	133	133	0	0		
1403	6-2016	28-jun-2016	11:30	Desactivación	80	170	28	28	0	0	V	D	V	V	V	V	445	1,018	133	133	0	0	45.3	30
1404	6-2016	28-jun-2016	12:30	Cargue de Módulos	180	170	170	170	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,067	1,018	1,018	1,018	0	0	2,393	2,140
1405	6-2016	29-jun-2016	05:22	Desactivación	180	170	45	45	0	0	D	D	V	V	V	V	1,067	1,018	225	225	0	0	45.3	30
1406	6-2016	29-jun-2016	05:22	Activación Respaldo	146	170	45	45	0	0	EU	D	V	V	V	V	887	1,018	225	225	0	0		
1407	6-2016	29-jun-2016	10:14	Desactivación	90	170	45	45	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1,018	225	225	0	0	45.3	30
1408	6-2016	29-jun-2016	10:45	Cargue de Módulos	185	170	158	158	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,090	1,018	956	956	0	0	2,038	2,171
1409	6-2016	30-jun-2016	05:47	Desactivación	185	170	33	33	0	0	D	D	V	V	V	V	1,090	1,018	159	159	0	0	45.3	30
1410	6-2016	30-jun-2016	05:47	Activación Respaldo	144	170	33	33	0	0	EU	D	V	V	V	V	876	1,018	159	159	0	0		
1411	6-2016	30-jun-2016	11:00	Desactivación	90	170	33	33	0	0	V	D	V	V	V	V	514	1,018	159	159	0	0	45.3	30
1412	6-2016	30-jun-2016	11:00	Cargue de Módulos	170	170	190	190	0	0	D	D	EU	EU	V	V	1,090	1,018	956	956	0	0	2,171	2,620

Figura 3. Tabla de control de operaciones City Gate B

City Gate C:

CITY GATE C																	
Mes	Fecha	Hor	Actividad	Presión (Bar)			Estado de Módulos			Contenido Aprox. (m3)			Total	Total	Color	Color	
				M	N	N	E	E	E	C	CP	C					
363	1-2016	02-ene-2016	01:07	Desactivación	35	160	165	V	V	D	170	967	993	2,130		30.0	58.8
369	1-2016	06-ene-2016	06:50	Cargue de Módulos	200	200	165	EU	D	D	1,156	1,156	993	3,305	2,458.5		92.3
370	1-2016	08-ene-2016	06:48	Activación Respaldo	24	200	165	V	EU	D	113	1,156	993	2,262			91.0
372	1-2016	09-ene-2016	23:54	Desactivación	24	22	165	V	V	D	113	103	993	1,208		30.0	58.8
373	1-2016	09-ene-2016	23:54	Cargue de Módulos	200	200	185	D	EU	D	1,156	1,156	1,090	3,402	2,193.3		90.7
374	1-2016	11-ene-2016	17:10	Activación Respaldo	200	30	185	V	V	D	1,156	143	1,090	2,389			89.4
375	1-2016	13-ene-2016	07:35	Desactivación	100	30	185	V	V	D	584	143	1,090	1,817		30.0	58.8
376	1-2016	13-ene-2016	07:40	Cargue de Módulos	200	190	185	EU	V	D	1,156	1,112	1,090	3,358	1,541.3		87.7
377	1-2016	16-ene-2016	01:10	Desactivación	170	30	185	V	V	D	1,018	143	1,090	2,251		30.0	58.8
378	1-2016	16-ene-2016	01:20	Cargue de Módulos	200	195	185	EU	D	D	1,156	1,134	1,090	3,380	1,128.9		85.7
379	1-2016	18-ene-2016	03:00	Desactivación	64	195	185	V	D	D	339	1,134	1,090	2,564		30.0	57.0
380	1-2016	18-ene-2016	04:00	Cargue de Módulos	160	200	185	D	EU	D	967	1,156	1,090	3,213	649.0		84.0
382	1-2016	21-ene-2016	06:32	Desactivación	160	32	190	D	V	D	967	154	1,112	2,233		30.0	57.0
383	1-2016	21-ene-2016	06:37	Cargue de Módulos	160	200	190	D	EU	D	967	1,156	1,112	3,235	1,002.3		82.8
384	1-2016	23-ene-2016	00:20	Desactivación	160	60	190	D	V	D	967	314	1,112	2,394		30.0	57.0
385	1-2016	23-ene-2016	00:25	Cargue de Módulos	160	200	190	D	EU	D	967	1,156	1,112	3,235	841.6		81.4
386	1-2016	25-ene-2016	05:00	Desactivación	192	30	190	V	V	D	1,121	143	1,112	2,377		30.0	58.8
387	1-2016	25-ene-2016	05:00	Cargue de Módulos	192	200	190	D	EU	D	1,121	1,156	1,112	3,390	1,012.7		79.6
388	1-2016	27-ene-2016	08:59	Activación Respaldo	180	45	190	EU	V	D	1,067	225	1,112	2,404			78.4
389	1-2016	28-ene-2016	06:46	Desactivación	120	45	190	V	V	D	724	225	1,112	2,061		30.0	58.8
390	1-2016	28-ene-2016	06:46	Cargue de Módulos	190	190	190	D	EU	D	1,112	1,112	1,112	3,337	1,276.4		76.7
391	1-2016	30-ene-2016	11:26	Desactivación	190	48	190	D	V	D	1,112	242	1,112	2,467		30.0	57.0
392	1-2016	30-ene-2016	11:26	Cargue de Módulos	190	176	190	D	EU	D	1,112	1,048	1,112	3,273	605.6		74.7
393	1-2016	31-ene-2016	15:00	Activación Respaldo	190	44	190	EU	V	D	1,112	219	1,112	2,444			73.5
394	2-2016	01-feb-2016	06:12	Desactivación	141	44	190	V	V	D	853	219	1,112	2,190		30.0	58.8
395	2-2016	01-feb-2016	06:17	Cargue de Módulos	185	180	190	EU	D	D	1,090	1,067	1,112	3,269	1,078.8		71.7
396	2-2016	03-feb-2016	04:34	Desactivación	55	180	190	V	D	D	284	1,067	1,112	2,463		30.0	57.0
397	2-2016	03-feb-2016	04:34	Cargue de Módulos	180	180	190	EU	D	D	1,067	1,067	1,112	3,246	783.1		70.1
398	2-2016	05-feb-2016	04:35	Desactivación	60	180	190	V	D	D	314	1,067	1,112	2,493		30.0	57.0
399	2-2016	05-feb-2016	04:35	Activación Respaldo	60	180	190	V	EU	D	314	1,067	1,112	2,493			66.6
400	2-2016	05-feb-2016	05:30	Desactivación	60	175	190	V	V	D	314	1,043	1,112	2,470		30.0	58.8
401	2-2016	05-feb-2016	05:30	Cargue de Módulos	202	175	190	EU	D	D	1,164	1,043	1,112	3,320	850.1		67.4
402	2-2016	07-feb-2016	05:30	Activación Respaldo	35	175	190	V	EU	D	170	1,043	1,112	2,325			64.1
403	2-2016	08-feb-2016	08:30	Desactivación	35	25	190	V	V	D	170	118	1,112	1,400		30.0	58.8
404	2-2016	08-feb-2016	08:30	Cargue de Módulos	200	180	190	EU	D	D	1,156	1,067	1,112	3,335	1,935.4		85.7
405	2-2016	10-feb-2016	04:34	Desactivación	38	180	190	V	D	D	186	1,067	1,112	2,365		30.0	57.0
406	2-2016	10-feb-2016	04:53	Cargue de Módulos	194	180	190	EU	D	D	1,130	1,067	1,112	3,309	944.4		64.2
407	2-2016	12-feb-2016	04:58	Desactivación	36	180	190	V	D	D	175	1,067	1,112	2,354		30.0	57.0
408	2-2016	12-feb-2016	04:58	Activación Respaldo	36	176	190	V	EU	D	175	1,048	1,112	2,335			62.7
409	2-2016	12-feb-2016	06:38	Desactivación	36	165	190	V	V	D	175	993	1,112	2,280		30.0	58.8
410	2-2016	12-feb-2016	06:38	Cargue de Módulos	190	190	205	EU	EU	D	1,112	1,112	1,177	3,402	1,121.4		61.8
411	2-2016	16-feb-2016	05:00	Desactivación	40	40	205	V	V	D	197	197	1,177	1,570		30.0	58.8
412	2-2016	16-feb-2016	05:00	Cargue de Módulos	197	197	205	EU	EU	D	1,143	1,143	1,177	3,463	1,892.7		60.3
413	2-2016	19-feb-2016	05:30	Desactivación	81	81	205	V	V	D	452	452	1,177	2,080		30.0	58.8
414	2-2016	19-feb-2016	05:30	Cargue de Módulos	194	194	205	EU	EU	D	1,130	1,130	1,177	3,437	1,357.1		58.5
415	2-2016	23-feb-2016	04:47	Desactivación	25	25	205	V	V	D	118	118	1,177	1,412		30.0	58.8
416	2-2016	23-feb-2016	07:47	Cargue de Módulos	200	200	205	EU	EU	D	1,156	1,156	1,177	3,489	2,076.4		57.1
417	2-2016	26-feb-2016	05:00	Desactivación	75	75	205	V	V	D	411	411	1,177	1,999		30.0	58.8
419	2-2016	26-feb-2016	07:00	Desactivación	75	75	165	V	V	D	411	411	993	1,815		30.0	58.8
420	2-2016	26-feb-2016	07:00	Activación Module	195	195	165	EU	EU	D	1,134	1,134	993	3,262			55.6
421	3-2016	01-mar-2016	05:50	Desactivación	40	40	165	V	V	D	197	197	993	1,387		30.0	58.8
423	3-2016	01-mar-2016	07:15	Desactivación	40	40	134	V	V	D	197	197	816	1,210		30.0	58.8
424	3-2016	01-mar-2016	07:15	Cargue de Módulos	190	190	165	EU	EU	D	1,112	1,112	993	3,218	2,008.5		55.2
425	3-2016	04-mar-2016	06:15	Desactivación	60	60	165	V	V	D	314	314	993	1,622		30.0	58.8
426	3-2016	04-mar-2016	07:20	Cargue de Módulos	200	200	165	EU	EU	D	1,156	1,156	993	3,305	1,683.3		54.3
427	3-2016	08-mar-2016	05:05	Desactivación	53	53	165	V	V	D	272	272	993	1,536		30.0	58.8
428	3-2016	08-mar-2016	05:05	Cargue de Módulos	195	195	165	EU	EU	D	1,134	1,134	993	3,262	1,725.9		53.3
429	3-2016	11-mar-2016	05:00	Desactivación	99	99	165	V	V	D	577	577	993	2,147		30.0	58.8
430	3-2016	11-mar-2016	07:45	Cargue de Módulos	190	190	165	EU	EU	D	1,112	1,112	993	3,218	1,071.3		51.9
431	3-2016	13-mar-2016	17:10	Desactivación	27	27	165	V	V	D	128		993	1,121		30.0	58.8
434	3-2016	15-mar-2016	07:46	Cargue de Módulos	185	185	145	EU	EU	D	1,090		882	1,972	1,432.6		51.9
436	3-2016	18-mar-2016	07:08	Cargue de Módulos	191	191	165	EU	EU	D	1,117		993	3,227	1,496.3		51.3
437	3-2016	21-mar-2016	19:40	Desactivación	30	30	165	V	V	D	143	143	993	1,279		30.0	58.8
440	3-2016	22-mar-2016	08:27	Cargue de Módulos	180	180	145	EU	EU	D	1,067	1,067	882	3,015	2,060.2		51.2
441	3-2016	24-mar-2016	23:50	Desactivación	50	50	145	V	V	D	254	254	882	1,389		30.0	58.8
443	3-2016	25-mar-2016	01:36	Desactivación	50	50	154	V	V	D	254	254	993	1,442		30.0	58.8
444	3-2016	25-mar-2016	01:36	Cargue de Módulos	191	191	154	EU	EU	D	1,117	1,117	993	3,168	1,726.3		50.6
445	3-2016	27-mar-2016	00:27	Desactivación	78	78	155	V	V	D	431	431	993	1,803		30.0	58.8
447	3-2016	27-mar-2016	02:22	Desactivación	78	78	151	V	V	D	431	431	918	1,7			

457	4-2016	05-abr-2016	06:30	Desactivación	50	50	146	V	V	D	254	254	887	1,395		30,0	58,8
458	4-2016	05-abr-2016	06:30	Cargue de Módulos	175	175	160	EU	EU	D	1,043	1,043	967	3,053	1,658.0		49,2
459	4-2016	11-abr-2016	15:44	Desactivación	37	37	160	V	V	D	180	180	967	1,328		30,0	58,8
462	4-2016	12-abr-2016	06:15	Cargue de Módulos	188	188	200	EU	EU	D	1,104	1,104	1,156	3,363	2,278.6		49,0
463	4-2016	15-abr-2016	05:00	Desactivación	45	45	200	V	V	D	225	225	1,156	1,606		30,0	58,8
464	4-2016	15-abr-2016	05:00	Cargue de Módulos	180	180	200	EU	EU	D	1,067	1,067	1,156	3,269	1,663.8		47,8
465	4-2016	18-abr-2016	15:20	Desactivación	45	45	200	V	V	D	225	225	1,156	1,606		30,0	58,8
468	4-2016	19-abr-2016	08:00	Cargue de Módulos	175	175	170	EU	EU	D	1,043	1,043	1,018	3,104	1,801.6		47,5
469	4-2016	22-abr-2016	05:15	Desactivación	60	60	170	V	V	D	314	314	1,018	1,647		30,0	58,8
471	4-2016	22-abr-2016	08:30	Desactivación	60	60	160	V	V	D	314	314	967	1,596		30,0	58,8
472	4-2016	22-abr-2016	08:30	Cargue de Módulos	172	172	172	EU	EU	D	1,028	1,028	1,028	3,085	1,489.1		46,4
473	4-2016	25-abr-2016	15:10	Desactivación	35	35	172	V	V	D	170	170	1,028	1,367		30,0	58,8
477	4-2016	30-abr-2016	01:40	Desactivación	35	35	170	V	V	D	170	170	1,018	1,357		30,0	58,8
478	4-2016	30-abr-2016	01:40	Cargue de Módulos	190	190	170	EU	EU	D	1,112	1,112	1,018	3,243	1,885.8		46,8
479	5-2016	03-may-2016	05:20	Desactivación	30	30	170	V	V	D	143	143	1,018	1,305		30,0	58,8
482	5-2016	03-may-2016	08:19	Cargue de Módulos	180	180	170	EU	EU	D	1,067	1,067	1,018	3,152	2,012.5		46,5
483	5-2016	06-may-2016	04:00	Desactivación	60	60	170	V	V	D	314	314	1,018	1,647		30,0	58,8
484	5-2016	06-may-2016	08:15	Cargue de Módulos	180	180	190	EU	EU	D	1,067	1,067	1,112	3,246	1,599.0		44,8
485	5-2016	08-may-2016	23:51	Desactivación	31	31	190	V	V	D	148	148	1,112	1,409		30,0	58,8
486	5-2016	08-may-2016	23:51	Cargue de Módulos	175	175	190	EU	EU	D	1,043	1,043	1,112	3,198	1,788.8		43,4
487	5-2016	12-may-2016	07:30	Desactivación	55	55	190	V	V	D	284	284	1,112	1,680		30,0	58,8
488	5-2016	12-may-2016	07:30	Cargue de Módulos	190	190	190	EU	EU	D	1,112	1,112	1,112	3,337	1,657.8		41,7
489	5-2016	16-may-2016	05:40	Desactivación	49	49	190	V	V	D	248	248	1,112	1,608		30,0	58,8
490	5-2016	16-may-2016	07:23	Cargue de Módulos	183	183	190	EU	EU	D	1,081	1,081	1,112	3,274	1,665.6		39,9
491	5-2016	19-may-2016	18:20	Desactivación	50	50	190	V	V	D	254	254	1,112	1,620		30,0	58,8
492	5-2016	19-may-2016	20:30	Cargue de Módulos	225	225	190	EU	EU	D	1,256	1,256	1,112	3,624	2,003.8		38,0
493	5-2016	23-may-2016	03:00	Desactivación	50	50	190	V	V	D	254	254	1,112	1,620		30,0	58,8
494	5-2016	23-may-2016	05:56	Cargue de Módulos	210	210	190	EU	EU	D	1,197	1,197	1,112	3,507	1,887.0		35,4
495	5-2016	27-may-2016	04:00	Desactivación	40	40	190	V	V	D	197	197	1,112	1,506		30,0	58,8
496	5-2016	27-may-2016	04:00	Cargue de Módulos	185	185	160	EU	EU	D	1,090	1,090	967	3,147	1,640.8		33,1
497	5-2016	30-may-2016	02:26	Desactivación	39	39	160	V	V	D	191	191	967	1,349		30,0	58,8
498	5-2016	30-may-2016	02:26	Cargue de Módulos	196	196	180	EU	EU	D	1,139	1,139	1,067	3,344	1,994.9		31,0
499	6-2016	02-jun-2016	04:00	Desactivación	61	61	180	V	V	D	321	321	1,067	1,708		30,0	58,8
500	6-2016	02-jun-2016	06:30	Cargue de Módulos	180	180	180	EU	EU	D	1,067	1,067	1,067	3,200	1,492.4		28,3
501	6-2016	05-jun-2016	01:04	Desactivación	53	53	180	V	V	D	272	272	1,067	1,610		30,0	58,8
502	6-2016	05-jun-2016	01:04	Cargue de Módulos	187	187	180	EU	EU	D	1,099	1,099	1,067	3,265	1,654.9		25,9
503	6-2016	08-jun-2016	04:00	Desactivación	38	38	180	V	V	D	186	186	1,067	1,438		30,0	58,8
504	6-2016	08-jun-2016	05:35	Cargue de Módulos	188	188	180	EU	EU	D	1,104	1,104	1,067	3,274	1,835.5		23,3
505	6-2016	10-jun-2016	01:35	Desactivación	100	100	180	V	V	D	584	584	1,067	2,234		30,0	58,8
506	6-2016	10-jun-2016	02:35	Cargue de Módulos	200	200	180	EU	EU	D	1,156	1,156	1,067	3,379	1,144.1		19,7
507	6-2016	13-jun-2016	14:50	Desactivación	57	57	180	V	V	D	296	296	1,067	1,658		30,0	58,8
508	6-2016	13-jun-2016	14:05	Cargue de Módulos	194	194	180	EU	EU	D	1,130	1,130	1,067	3,327	1,668.7		16,4
509	6-2016	17-jun-2016	06:35	Desactivación	40	40	180	V	V	D	197	197	1,067	1,460		30,0	58,8
511	6-2016	20-jun-2016	07:12	Desactivación	50	50	170	V	V	D	254	254	1,018	1,526		30,0	58,8
512	6-2016	20-jun-2016	07:12	Cargue de Módulos	177	177	170	EU	EU	D	1,052	1,052	1,018	3,123	1,597.4		12,8
513	6-2016	23-jun-2016	03:52	Desactivación	71	71	170	V	V	D	385	385	1,018	1,788		30,0	58,8
514	6-2016	23-jun-2016	06:00	Cargue de Módulos	195	195	170	EU	EU	D	1,134	1,134	1,018	3,267	1,499.7		9,1
515	6-2016	25-jun-2016	23:30	Desactivación	50	50	170	V	V	D	254	254	1,018	1,526		30,0	58,8
516	6-2016	25-jun-2016	23:30	Cargue de Módulos	210	210	170	EU	EU	D	1,197	1,197	1,018	3,413	1,887.0		5,1
517	6-2016	29-jun-2016	05:23	Desactivación	79	79	170	V	V	D	438	438	1,018	1,894		30,0	58,8
518	6-2016	29-jun-2016	05:23	Cargue de Módulos	189	189	180	EU	EU	D	1,108	1,108	1,067	3,283	1,388.5		0,0

Figura 4. Tabla de control de operaciones City Gate C

City Gate D:

Archivo		Inicio	Insertar	Diseño de página	Fórmulas	Datos	Revisar	Vista	Programador	Diseño																						
D3		Hora																														
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	
1											CITY GATE D																					
2																																
3	Mes	Fecha	Hora	Actividad	Presión de Módulos (Bar)										Estado de Módulos										Contenido Aproximado (m3)						Total m	Total Carg
576	1-2016	01-ene-2016	13:53	Activación Respaldo	44	44	44	44	44	180	200	200	V	V	V	V	V	D	EU	EU	218	218	218	218	218	1112	1156	1156	4,500			
577	1-2016	02-ene-2016	01:57	Desactivación	44	44	44	44	44	180	85	85	V	V	V	V	V	D	V	V	218	218	218	218	218	1112	478	478	3,166			
578	1-2016	02-ene-2016	02:02	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	130	85	85	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	1112	478	478	6,632	3,466		
579	1-2016	02-ene-2016	23:51	Desactivación	48	48	48	48	48	130	85	85	V	V	V	V	V	V	V	V	242	242	242	242	242	730	478	478	2,353			
580	1-2016	03-ene-2016	02:30	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	130	200	200	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	730	1156	1156	7,664	4,705		
581	1-2016	04-ene-2016	00:42	Activación Respaldo	42	42	42	42	42	130	186	186	V	V	V	V	V	D	EU	EU	208	208	208	208	208	730	1,034	1,034	4,019			
582	1-2016	04-ene-2016	06:20	Desactivación	42	42	42	42	42	130	160	160	V	V	V	V	V	V	V	V	208	208	208	208	208	730	967	967	3,764			
583	1-2016	04-ene-2016	06:40	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	190	190	190	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	1112	1,112	1,112	7,899	4,135		
584	1-2016	05-ene-2016	15:44	Activación Respaldo	39	39	39	39	39	180	190	190	V	V	V	V	V	EU	D	D	131	131	131	131	131	1,067	1,112	1,112	4,248			
585	1-2016	06-ene-2016	08:00	Desactivación	39	39	39	39	39	87	87	190	V	V	V	V	V	V	V	V	191	191	191	191	191	493	493	1,112	3,054			
586	1-2016	06-ene-2016	08:00	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	87	87	190	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	493	493	1,112	6,660	3,605		
587	1-2016	06-ene-2016	10:45	Desactivación	135	135	135	135	135	87	87	190	V	V	V	V	V	V	V	V	822	822	822	822	822	493	493	1,112	6,209			
588	1-2016	06-ene-2016	10:45	Activación Respaldo	135	135	135	135	135	87	87	165	V	V	V	V	V	D	D	EU	822	822	822	822	822	493	493	953	6,090			
589	1-2016	06-ene-2016	11:20	Desactivación	135	135	135	135	135	87	87	140	V	V	V	V	V	V	V	V	822	822	822	822	822	493	493	853	5,950			
590	1-2016	06-ene-2016	11:20	Activación Respaldo	135	135	135	135	135	87	87	140	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	822	822	822	822	822	493	493	853	5,950			
591	1-2016	06-ene-2016	23:30	Desactivación	67	67	67	67	67	65	75	140	V	V	V	V	V	V	V	V	359	359	359	359	359	346	411	853	3,403			
592	1-2016	06-ene-2016	23:35	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	175	190	190	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	1,043	1,112	1,112	7,823	4,427		
593	1-2016	08-ene-2016	11:55	Activación Respaldo	42	42	42	42	42	175	160	160	V	V	V	V	V	D	EU	EU	208	208	208	208	208	1,043	967	967	4,016			
594	1-2016	09-ene-2016	02:45	Desactivación	42	42	42	42	42	175	41	41	V	V	V	V	V	V	V	V	208	208	208	208	208	1,043	202	202	2,487			
595	1-2016	09-ene-2016	02:45	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	175	200	200	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	1,043	1,156	1,156	5,716	5,429		
596	1-2016	10-ene-2016	03:52	Desactivación	56	56	56	56	56	175	200	200	V	V	V	V	V	V	V	V	230	230	230	230	230	1,043	1,156	1,156	4,603			
597	1-2016	10-ene-2016	03:52	Cargue de Módulos	140	140	140	140	140	175	200	200	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	853	853	853	853	853	1,043	1,156	1,156	7,618	2,615		
598	1-2016	11-ene-2016	01:37	Desactivación	67	67	67	67	67	175	200	200	V	V	V	V	V	V	V	V	359	359	359	359	359	1,043	1,156	1,156	5,148			
599	1-2016	11-ene-2016	01:37	Cargue de Módulos	200	200	200	200	200	134	194	194	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156	1,130	1,130	3,136	4,048		
600	1-2016	12-ene-2016	12:47	Activación Respaldo	48	48	48	48	48	200	194	194	V	V	V	V	V	D	EU	EU	242	242	242	242	242	1,156	1,130	1,130	4,627			
601	1-2016	13-ene-2016	08:55	Desactivación	48	48	48	48	48	200	44	44	V	V	V	V	V	D	V	V	242	242	242	242	242	1,156	219	219	2,805			
602	1-2016	13-ene-2016	09:00	Cargue de Módulos	165	165	165	165	165	200	44	44	EU	EU	EU	EU	D	V	V	V	993	993	993	993	993	1,156	219	219	6,553	3,755		
603	1-2016	14-ene-2016	03:30	Desactivación	111	111	111	111	111	200	44	44	V	V	V	V	V	D	V	V	661	661	661	661	661	1,156	219	219	4,301			
604	1-2016	14-ene-2016	03:35	Cargue de Módulos	140	140	140	140	140	200	140	140	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	853	853	853	853	853	1,156	853	853	7,125	2,224		
605	1-2016	15-ene-2016	18:30	Activación Respaldo	40	40	40	40	40	200	140	140	V	V	V	V	V	D	EU	EU	197	197	197	197	197	1,156	853	853	3,845			
606	1-2016	16-ene-2016	01:35	Desactivación	40	40	40	40	40	200	100	100	V	V	V	V	V	D	V	V	197	197	197	197	197	1,156	584	584	3,308			
607	1-2016	16-ene-2016	01:45	Cargue de Módulos	145	145	145	145	145	200	145	145	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	882	882	882	882	882	1,156	882	882	7,327	4,020		
608	1-2016	17-ene-2016	15:00	Activación Respaldo	44	44	44	44	44	200	145	145	V	V	V	V	V	D	EU	EU	219	219	219	219	219	1,156	882	882	4,016			
609	1-2016	18-ene-2016	04:50	Desactivación	44	44	44	44	44	200	69	69	V	V	V	V	V	D	V	V	219	219	219	219	219	1,156	372	372	2,935			
610	1-2016	18-ene-2016	04:55	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	135	150	150	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	967	967	967	967	967	812	912	912	7,482	4,487		
611	1-2016	18-ene-2016	22:25	Desactivación	90	90	90	90	90	135	150	150	V	V	V	V	V	V	V	V	514	514	514	514	514	812	912	912	5,215			
612	1-2016	18-ene-2016	22:25	Cargue de Módulos	159	159	159	159	159	180	190	190	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	962	962	962	962	962	1,112	1,112	1,112	8,148	2,931		
613	1-2016	21-ene-2016	08:07	Activación Respaldo	48	48	48	48	48	142	190	190	V	V	V	V	V	EU	D	D	242	242	242	242	242	864	1,112	1,112	4,300			
614	1-2016	21-ene-2016	08:17	Desactivación	48	48	48	48	48	141	175	175	V	V	V	V	V	V	V	V	242	242	242	242	242	853	1,043	1,043	4,165			
615	1-2016	21-ene-2016	08:22	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	141	175	175	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	967	967	967	967	967	853	1,043	1,043	7,775	3,624		
616	1-2016	22-ene-2016	17:30	Activación Respaldo	34	34	34	34	34	141	175	175	V	V	V	V	V	D	EU	EU	164	164	164	164	164	853	1,043	1,043	3,766			
617	1-2016	23-ene-2016	01:00	Desactivación	34	34	34	34	34	141	120	120	V	V	V	V	V	D	V	V	164	164	164	164	164	859	724	724	3,127			
618	1-2016	23-ene-2016	01:10	Cargue de Módulos	170	170	170	170	170	141	170	170	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1,018	1,018	1,018	1,018	1,018	859	1,018	1,018	7,387	4,859		
619	1-2016	25-ene-2016	07:00	Desactivación	41	41	41	41	41	141	170	170	V	V	V	V	V	V	V	V	202	202	202	202	202	859	1,018	1,018	3,907			
620	1-2016	25-ene-2016	07:00	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	141	170	170	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	859	1,018	1,018	7,457	3,950		
621	1-2016	26-ene-2016	06:00	Desactivación	60	60	60	60	60	141	170	170	V	V	V	V	V	V	V	V	314	314	314	314	314	859	1,018	1,018	4,467			
622	1-2016	26-ene-2016	06:00																													

655	2-2016	20-feb-2016	21:25	Activación Respaldo	25	25	25	25	25	180	190	190	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	118	118	118	118	118	1067	1112	1112	3.880		
656	2-2016	21-feb-2016	01:30	Desactivación	25	25	25	25	25	180	160	160	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	118	118	118	118	118	1067	967	967	3.589	
657	2-2016	23-feb-2016	01:30	Cargue de Módulos	205	205	205	205	205	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177	1177	9.415	5,825.5	
658	2-2016	23-feb-2016	08:30	Desactivación	30	30	30	30	30	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	143	143	143	143	143	1177	1177	1177	4.247	
659	2-2016	23-feb-2016	09:05	Cargue de Módulos	155	155	155	155	155	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	940	940	940	940	940	1177	1177	1177	8.231	3,984.2
660	2-2016	24-feb-2016	10:05	Desactivación	75	75	75	75	75	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	411	411	411	411	411	1177	1177	1177	5.586	
661	2-2016	24-feb-2016	10:06	Cargue de Módulos	231	231	231	231	231	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1278	1278	1278	1278	1278	1177	1177	1177	9.320	4,334.3
662	2-2016	26-feb-2016	08:00	Desactivación	55	55	55	55	55	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	284	284	284	284	284	1177	1177	1177	4.948	
663	2-2016	26-feb-2016	08:00	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	967	967	967	967	967	1177	1177	1177	8.385	3,416.8
664	2-2016	27-feb-2016	23:00	Desactivación	45	45	45	45	45	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	225	225	225	225	225	1177	1177	1177	4.655	
665	2-2016	27-feb-2016	23:27	Cargue de Módulos	210	210	210	210	210	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1197	1197	1197	1197	1197	1177	1177	1177	9.517	4,862.1
666	3-2016	01-mar-2016	08:15	Desactivación	30	30	30	30	30	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	143	143	143	143	143	1177	1177	1177	4.247	
667	3-2016	01-mar-2016	08:15	Cargue de Módulos	145	145	145	145	145	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	882	882	882	882	882	1177	1177	1177	7.333	3,631.3
668	3-2016	02-mar-2016	07:00	Desactivación	60	60	60	60	60	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	314	314	314	314	314	1177	1177	1177	5.802	
669	3-2016	02-mar-2016	07:00	Cargue de Módulos	210	210	210	210	210	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1197	1197	1197	1197	1197	1177	1177	1177	9.517	4,414.8
670	3-2016	04-mar-2016	08:10	Desactivación	35	35	35	35	35	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	170	170	170	170	170	1177	1177	1177	4.378	
671	3-2016	04-mar-2016	08:35	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	205	205	205	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	1177	1177	1177	8.032	3,710.7
672	3-2016	05-mar-2016	19:25	Desactivación	25	25	25	25	25	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	118	118	118	118	118	1177	1177	1177	4.115	
673	3-2016	05-mar-2016	19:30	Activación Respaldo	25	25	25	25	25	205	205	205	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	118	118	118	118	118	1177	1177	1177	4.115		
674	3-2016	05-mar-2016	22:48	Desactivación	25	25	25	25	25	205	110	110	V	V	V	V	V	V	D	V	V	118	118	118	118	118	1177	654	654	3.074		
675	3-2016	06-mar-2016	00:10	Cargue de Módulos	180	180	180	180	180	205	195	195	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1067	1067	1067	1067	1067	1177	1177	1177	8.775	5,705.2
676	3-2016	07-mar-2016	19:10	Desactivación	30	30	30	30	30	205	195	195	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	143	143	143	143	143	1177	1177	1177	4.162	
677	3-2016	07-mar-2016	19:10	Activación Respaldo	30	30	30	30	30	205	195	195	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	143	143	143	143	143	1177	1177	1177	4.162		
678	3-2016	08-mar-2016	07:30	Desactivación	30	30	30	30	30	205	103	103	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	143	143	143	143	143	1177	605	605	3.103	
679	3-2016	08-mar-2016	07:30	Cargue de Módulos	170	170	170	170	170	205	103	103	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1018	1018	1018	1018	1018	1177	605	605	7.478	4,375.3
680	3-2016	08-mar-2016	22:00	Desactivación	80	80	80	80	80	205	103	103	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	445	445	445	445	445	1177	605	605	4.611	
681	3-2016	08-mar-2016	23:10	Cargue de Módulos	175	175	175	175	175	205	190	190	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1043	1043	1043	1043	1043	1177	1112	1112	8.616	4,005.3
682	3-2016	10-mar-2016	20:15	Desactivación	25	25	25	25	25	205	190	190	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	118	118	118	118	118	1177	1112	1112	3.930	
683	3-2016	10-mar-2016	20:15	Activación Respaldo	25	25	25	25	25	205	168	168	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	118	118	118	118	118	1177	1008	1008	3.782		
684	3-2016	11-mar-2016	09:31	Desactivación	25	25	25	25	25	205	117	117	V	V	V	V	V	V	D	V	V	118	118	118	118	118	1177	703	703	3.172		
685	3-2016	11-mar-2016	09:31	Cargue de Módulos	140	140	140	140	140	205	155	155	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	853	853	853	853	853	1177	940	940	7.321	4,149.1
686	3-2016	12-mar-2016	15:30	Desactivación	30	30	30	30	30	205	155	155	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	143	143	143	143	143	1177	940	940	3.773	
687	3-2016	12-mar-2016	15:30	Activación Respaldo	30	30	30	30	30	205	170	170	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	143	143	143	143	143	1177	1018	1018	3.930		
688	3-2016	12-mar-2016	22:00	Desactivación	30	30	30	30	30	205	110	110	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	143	143	143	143	143	1177	654	654	3.202		
689	3-2016	12-mar-2016	22:00	Cargue de Módulos	175	175	175	175	175	175	190	180	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1043	1043	1043	1043	1043	1112	1067	1067	8.436	5,234.5
690	3-2016	15-mar-2016	06:00	Activación Respaldo	25	25	25	25	25	175	130	130	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	118	118	118	118	118	1043	1112	1067	3.811		
691	3-2016	15-mar-2016	08:57	Desactivación	25	25	25	25	25	175	125	125	V	V	V	V	V	V	D	V	V	118	118	118	118	118	1043	758	758	3.146		
692	3-2016	15-mar-2016	08:57	Cargue de Módulos	155	155	155	155	155	175	125	125	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	940	940	940	940	940	1043	758	758	7.258	4,111.8
693	3-2016	16-mar-2016	07:00	Desactivación	85	85	85	85	85	175	125	125	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	473	473	473	473	473	1043	758	758	4.553	
694	3-2016	16-mar-2016	07:30	Cargue de Módulos	170	170	170	170	170	175	170	170	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1018	1018	1018	1018	1018	1043	1018	1018	8.177	3,218.1
695	3-2016	16-mar-2016	07:50	Desactivación	25	25	25	25	25	175	170	170	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	118	118	118	118	118	1043	1018	1018	3.664	
696	3-2016	16-mar-2016	08:05	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	175	170	170	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	1043	1018	1018	7.64	3,973.0
697	3-2016	19-mar-2016	18:27	Desactivación	39	39	39	39	39	175	170	170	V	V	V	V	V	V	D	D	D	D	191	191	191	191	191	1043	1018	1018	4.038	
698	3-2016	19-mar-2016	18:27	Activación Respaldo	39	39	39	39	39	175	137	137	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	191	191	191	191	191	1043	835	835	3.683		
699	3-2016	19-mar-2016	23:41	Desactivación	39	39	39	39	39	175	100	100	V	V	V	V	V	V	D	V	V	191	191	191	191	191	1043	584	584	3.167		
700	3-2016	22-mar-2016	23:45	Cargue de Módulos	215	215	215	215	215	175	107	107	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	1217	1217	1217	1217	1217	1043	633	633	8.336	5,228.3
701	3-2016	22-mar-2016	08:30	Activación Respaldo	34	34	34	34	34	175	107	107	V	V	V	V	V	V	D	EU	EU	191	191	191	191	191	1043	633	633	3.103		
702	3-2016	22-mar-2016	08:30	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	150	60	60	EU	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	D	912	912	912	912	912	912	912	912	6.102	2,971.6
703	3-2016	23-mar-2016	04:45	Desactivación	50	50	50	50	50	150	60	60	V	V	V	V	V	V	D	V	V	254	254	254	254	254	912	912	912	2.811		
704	3-2016	23-mar-2016	04:45	Activación Respaldo	50	50	50	50																								

756	4-2016	25-abr-2016	00.00	Cargue de Módulos	239	239	239	239	239	170	180	180	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.018	1.067	1.067	9.686	5.409,8	
757	4-2016	27-abr-2016	18.40	Desactivación	40	40	40	40	40	170	180	180	V	V	V	V	V	D	D	D	197	197	197	197	197	1.018	1.067	1.067	4.136		
758	4-2016	27-abr-2016	18.58	Cargue de Módulos	215	215	215	215	215	170	210	210	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.018	1.137	1.137	9.499	5.363,1	
759	4-2016	29-abr-2016	19.45	Desactivación	35	35	35	35	35	170	210	210	V	V	V	V	V	D	D	D	170	170	170	170	170	1.018	1.137	1.137	4.261		
760	4-2016	29-abr-2016	19.45	Activación Respaldo	35	35	35	35	35	170	210	210	V	V	V	V	V	D	D	D	EU	EU	170	170	170	170	1.018	1.137	1.137	4.261	
761	4-2016	30-abr-2016	03.20	Desactivación	35	35	35	35	35	170	150	150	V	V	V	V	V	D	D	D	V	V	170	170	170	170	1.018	912	912	3.691	
762	4-2016	30-abr-2016	03.20	Cargue de Módulos	150	150	150	150	150	170	175	175	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	912	912	912	912	912	1.018	1.043	1.043	7.666	3.974,8	
763	5-2016	01-may-2016	12.30	Desactivación	34	34	34	34	34	170	175	175	V	V	V	V	V	D	D	D	164	164	164	164	164	1.018	1.043	1.043	3.325		
764	5-2016	01-may-2016	12.30	Activación Respaldo	34	34	34	34	34	170	170	170	V	V	V	V	V	D	D	D	EU	EU	164	164	164	164	1.018	1.018	1.018	3.876	
765	5-2016	01-may-2016	23.54	Desactivación	34	34	34	34	34	170	95	95	V	V	V	V	V	D	D	D	V	V	164	164	164	164	1.018	549	549	2.337	
766	5-2016	02-may-2016	02.45	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	180	185	185	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	967	967	967	967	967	1.018	1.030	1.030	6.033	5.096,1	
767	5-2016	03-may-2016	03.15	Desactivación	55	55	55	55	55	170	185	185	V	V	V	V	V	D	D	D	284	284	284	284	284	1.018	1.030	1.030	4.916		
768	5-2016	03-may-2016	10.00	Cargue de Módulos	155	155	155	155	155	180	185	185	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	940	940	940	940	940	1.018	1.030	1.030	7.838	3.282,4	
769	5-2016	04-may-2016	21.50	Desactivación	45	45	45	45	45	170	185	185	V	V	V	V	V	D	D	D	225	225	225	225	225	1.018	1.030	1.030	4.322		
770	5-2016	04-may-2016	21.50	Cargue de Módulos	200	200	200	200	200	170	200	200	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.156	1.156	1.156	1.156	1.156	1.018	1.156	1.156	9.110	4.787,6	
771	5-2016	06-may-2016	10.23	Desactivación	103	103	103	103	103	170	200	200	V	V	V	V	V	D	D	D	605	605	605	605	605	1.018	1.156	1.156	6.356		
772	5-2016	06-may-2016	10.23	Cargue de Módulos	172	172	172	172	172	170	200	200	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.018	1.156	1.156	8.471	2.115,7	
773	5-2016	07-may-2016	20.30	Desactivación	30	30	30	30	30	170	200	200	V	V	V	V	V	D	D	D	143	143	143	143	143	1.018	1.156	1.156	4.046		
774	5-2016	07-may-2016	20.30	Activación Respaldo	30	30	30	30	30	170	200	200	V	V	V	V	V	D	D	D	EU	EU	143	143	143	143	1.018	1.156	1.156	4.046	
775	5-2016	07-may-2016	11.55	Desactivación	30	30	30	30	30	88	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	143	143	143	143	143	500	1.156	1.156	3.528		
776	5-2016	07-may-2016	11.55	Activación Respaldo	30	30	30	30	30	88	206	206	V	V	V	V	V	D	D	D	EU	EU	143	143	143	143	500	1.181	1.181	3.578	
777	5-2016	08-may-2016	00.41	Desactivación	30	30	30	30	30	88	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	V	V	143	143	143	143	500	1.173	1.173	3.561	
778	5-2016	08-may-2016	00.41	Cargue de Módulos	210	210	210	210	210	180	204	204	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.197	1.197	1.197	1.197	1.197	1.067	1.173	1.173	9.398	5.837,0	
779	5-2016	09-may-2016	02.14	Desactivación	100	100	100	100	100	180	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	584	584	584	584	584	1.067	1.173	1.173	6.332		
780	5-2016	09-may-2016	02.14	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	180	204	204	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	967	967	967	967	967	1.067	1.173	1.173	8.247	1.915,3	
781	5-2016	10-may-2016	10.50	Desactivación	38	38	38	38	38	180	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	186	186	186	186	186	1.067	1.173	1.173	4.341		
782	5-2016	10-may-2016	11.25	Activación Respaldo	38	38	38	38	38	180	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	EU	EU	186	186	186	186	1.067	1.173	1.173	4.341	
783	5-2016	10-may-2016	12.15	Desactivación	38	38	38	38	38	180	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	186	186	186	186	186	1.067	1.173	1.173	4.341		
784	5-2016	10-may-2016	12.15	Cargue de Módulos	190	190	190	190	190	180	204	204	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.112	1.112	1.112	1.112	1.112	1.067	1.173	1.173	8.675	4.633,5	
785	5-2016	12-may-2016	09.10	Desactivación	60	60	60	60	60	160	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	314	314	314	314	314	967	1.173	1.173	4.684		
786	5-2016	12-may-2016	09.10	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	160	204	204	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	967	967	967	967	967	1.067	1.173	1.173	8.147	3.263,4	
787	5-2016	13-may-2016	20.23	Desactivación	36	36	36	36	36	160	204	204	V	V	V	V	V	D	D	D	175	175	175	175	175	967	1.173	1.173	4.887		
788	5-2016	13-may-2016	20.23	Activación Respaldo	36	36	36	36	36	160	184	184	V	V	V	V	V	D	D	D	EU	EU	175	175	175	175	967	1.085	1.085	4.012	
789	5-2016	14-may-2016	12.23	Desactivación	36	36	36	36	36	160	165	165	V	V	V	V	V	D	D	D	V	V	175	175	175	175	967	993	993	3.828	
790	5-2016	14-may-2016	12.23	Cargue de Módulos	195	195	195	195	195	200	215	215	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.134	1.134	1.134	1.134	1.134	1.156	1.217	1.217	9.263	5.435,0	
791	5-2016	16-may-2016	10.08	Desactivación	50	50	50	50	50	200	215	215	V	V	V	V	V	D	D	D	254	254	254	254	254	1.156	1.217	1.217	4.853		
792	5-2016	16-may-2016	10.08	Cargue de Módulos	152	152	152	152	152	200	215	215	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	324	324	324	324	324	1.156	1.217	1.217	8.308	3.948,8	
793	5-2016	18-may-2016	00.44	Desactivación	34	34	34	34	34	200	215	215	V	V	V	V	V	D	D	D	164	164	164	164	164	1.156	1.217	1.217	4.411		
794	5-2016	18-may-2016	00.44	Cargue de Módulos	223	223	223	223	223	200	215	215	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.248	1.248	1.248	1.248	1.248	1.156	1.217	1.217	9.831	5.419,4	
795	5-2016	19-may-2016	21.45	Desactivación	68	68	68	68	68	200	215	215	V	V	V	V	V	D	D	D	365	365	365	365	365	1.156	1.217	1.217	5.416		
796	5-2016	19-may-2016	21.45	Cargue de Módulos	182	182	182	182	182	200	215	215	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.076	1.076	1.076	1.076	1.076	1.156	1.217	1.217	8.971	3.554,9	
797	5-2016	21-may-2016	03.50	Desactivación	112	112	112	112	112	200	215	215	V	V	V	V	V	D	D	D	668	668	668	668	668	1.156	1.217	1.217	6.932		
798	5-2016	21-may-2016	03.50	Cargue de Módulos	215	215	215	215	215	200	215	215	EU	EU	EU	EU	EU	D	D	D	1.217	1.217	1.217	1.217	1.217	1.156	1.217	1.217	9.676	2.744,0	
800	5-2016	23-may-2016	06.00	Cargue de Módulos	160	160	160	160	160	200	215	215	EU	EU	EU																

City Gate E:

CITY GATE E												
	Fecha	Hora	Actividad	Presión (Bar)	Estado de	Contenido Aproxi. (m3)		Total	Total			
				N	E	CM1	CM2					
206	01-ene-2016	06:24	Desactivación	25	203	V	V	118	1,163	1,286	45,0	
207	01-ene-2016	06:44	Activación Respaldo	25	180	V	EU	118	1,067	1,184		
210	02-ene-2016	12:12	Desactivación	25	100	V	V	118	584	702	45,0	
211	02-ene-2016	12:12	Cargue de Módulos	205	195	EU	D	1,177	1,134	2,311	1,609,7	
212	04-ene-2016	14:07	Activación Respaldo	71	195	V	EU	385	1,134	1,519		
213	05-ene-2016	15:10	Desactivación	71	150	V	V	385	912	1,297	45,0	
214	05-ene-2016	15:10	Cargue de Módulos	210	210	EU	D	1,197	1,197	2,394	1,097,5	
215	08-ene-2016	10:23	Activación Respaldo	29	179	V	EU	138	1,082	1,220		
216	08-ene-2016	13:53	Desactivación	29	160	V	V	138	967	1,105	45,0	
217	08-ene-2016	15:13	Cargue de Módulos	204	177	EU	D	1,173	1,052	2,225	1,120,1	
218	11-ene-2016	06:52	Activación Respaldo	24	177	V	EU	113	1,052	1,165		
219	12-ene-2016	09:12	Desactivación	24	132	V	V	113	803	916	45,0	
220	12-ene-2016	09:12	Cargue de Módulos	201	195	EU	D	1,160	1,134	2,295	1,378,6	
221	15-ene-2016	12:17	Activación Respaldo	21	173	V	EU	98	1,062	1,160		
222	15-ene-2016	14:00	Desactivación	21	175	V	V	98	1,043	1,141	45,0	
223	15-ene-2016	14:00	Cargue de Módulos	200	200	EU	D	1,156	1,156	2,312	1,171,2	
224	18-ene-2016	13:48	Activación Respaldo	28	200	V	EU	133	1,156	1,289		
225	19-ene-2016	16:29	Desactivación	28	195	V	V	133	922	955	45,0	
226	19-ene-2016	16:50	Cargue de Módulos	200	186	EU	D	1,156	1,090	2,248	1,230,6	
227	22-ene-2016	12:30	Activación Módulo	45	185	V	EU	225	1,090	1,315		
228	22-ene-2016	14:00	Desactivación	45	175	V	V	225	1,043	1,268	45,0	
229	22-ene-2016	14:05	Cargue de Módulos	200	215	EU	D	1,156	1,217	2,373	1,105,4	
230	25-ene-2016	12:00	Activación Módulo	40	200	V	EU	197	1,156	1,353		
231	25-ene-2016	15:20	Desactivación	40	175	V	D	197	1,043	1,240	45,0	
232	25-ene-2016	15:25	Cargue de Módulos	210	210	EU	D	1,197	1,197	2,394	1,154,9	
233	28-ene-2016	19:13	Desactivación	41	194	V	D	202	1,130	1,332	45,0	
234	28-ene-2016	19:13	Activación Módulo	41	194	V	EU	202	1,130	1,332		
235	28-ene-2016	22:30	Desactivación	35	194	V	V	170	1,130	1,300	45,0	
236	28-ene-2016	22:30	Cargue de Módulos	200	194	EU	D	1,156	1,130	2,286	964,4	
237	01-feb-2016	10:52	Activación Respaldo	42	194	V	EU	208	1,035	1,243		
238	01-feb-2016	21:30	Desactivación	42	160	V	V	208	967	1,175	45,0	
239	01-feb-2016	21:30	Cargue de Módulos	200	218	EU	D	1,156	1,229	2,385	1,210,0	
240	05-feb-2016	10:30	Activación Respaldo	36	218	V	EU	175	1,229	1,404		
241	05-feb-2016	15:35	Desactivación	36	170	V	D	175	1,018	1,193	45,0	
242	05-feb-2016	15:45	Cargue de Módulos	185	200	EU	D	1,030	1,156	2,246	1,052,6	
243	08-feb-2016	18:50	Desactivación	37	200	V	D	180	1,156	1,336	45,0	
244	08-feb-2016	18:50	Activación Respaldo	37	215	V	EU	180	1,217	1,398		
245	09-feb-2016	15:21	Desactivación	37	150	V	V	180	912	1,093	45,0	
246	09-feb-2016	15:21	Cargue de Módulos	200	205	EU	D	1,156	1,177	2,333	1,240,1	
247	12-feb-2016	23:05	Desactivación	30	178	V	D	143	1,057	1,200	45,0	
248	12-feb-2016	23:05	Activación Respaldo	30	178	V	EU	143	1,057	1,200		
249	13-feb-2016	09:55	Desactivación	30	165	V	V	143	993	1,136	45,0	
250	13-feb-2016	09:55	Cargue de Módulos	200	180	EU	D	1,156	1,067	2,223	1,086,4	
251	16-feb-2016	14:11	Desactivación	21	180	V	D	98	1,067	1,165	45,0	
252	16-feb-2016	14:11	Activación Respaldo	21	180	V	EU	98	1,067	1,165		
253	16-feb-2016	17:06	Desactivación	21	185	V	D	98	1,030	1,188	45,0	
254	16-feb-2016	17:06	Cargue de Módulos	206	200	EU	D	1,181	1,156	2,337	1,149,1	
255	20-feb-2016	07:00	Desactivación	55	200	V	D	284	1,156	1,440	45,0	
256	20-feb-2016	07:00	Activación Respaldo	55	200	V	EU	284	1,156	1,440		
257	20-feb-2016	08:30	Desactivación	55	160	V	D	284	967	1,251	45,0	
258	20-feb-2016	08:30	Cargue de Módulos	200	188	EU	D	1,156	1,104	2,259	1,008,9	
259	22-feb-2016	05:40	Desactivación	40	188	V	D	137	1,104	1,300	45,0	
260	23-feb-2016	06:56	Cargue de Módulos	200	188	EU	D	1,156	1,104	2,259	953,2	
261	26-feb-2016	11:00	Desactivación	56	188	V	D	230	1,104	1,393	45,0	
262	26-feb-2016	11:00	Activación Módulo	56	188	V	EU	230	1,104	1,393		
263	27-feb-2016	09:16	Desactivación	56	139	V	D	230	847	1,136	45,0	
264	27-feb-2016	09:16	Cargue de Módulos	200	200	EU	D	1,156	1,156	2,312	1,175,4	
265	01-mar-2016	12:00	Activación Respaldo	50	184	V	EU	254	1,085	1,339		
266	01-mar-2016	17:00	Desactivación	50	150	V	V	254	912	1,166	45,0	
267	01-mar-2016	17:00	Cargue de Módulos	200	200	EU	D	1,156	1,156	2,312	1,145,8	
268	04-mar-2016	16:00	Desactivación	40	200	V	D	137	1,156	1,353	45,0	
269	04-mar-2016	16:00	Cargue de Módulos	200	205	EU	D	1,156	1,177	2,333	960,1	
270	07-mar-2016	14:10	Desactivación	45	205	V	D	225	1,177	1,402	45,0	
271	07-mar-2016	14:10	Activación Respaldo	45	201	V	EU	225	1,150	1,385		
272	07-mar-2016	15:40	Desactivación	45	199	V	D	225	1,152	1,377	45,0	
273	07-mar-2016	15:40	Cargue de Módulos	208	208	EU	D	1,193	1,193	2,378	1,001,8	
274	10-mar-2016	20:10	Desactivación	45	182	V	D	225	1,076	1,301	45,0	
275	10-mar-2016	20:10	Activación Respaldo	45	182	V	EU	225	1,076	1,301		
276	11-mar-2016	05:55	Desactivación	45	166	V	D	225	998	1,223	45,0	
277	11-mar-2016	07:15	Cargue de Módulos	198	185	EU	D	1,147	1,030	2,237	1,014,4	
278	14-mar-2016	07:10	Activación Respaldo	30	185	V	EU	143	1,030	1,233		
279	14-mar-2016	12:40	Desactivación	30	155	V	V	143	940	1,083	45,0	
280	14-mar-2016	14:23	Cargue de Módulos	205	200	EU	D	1,177	1,156	2,333	1,243,5	
281	17-mar-2016	16:00	Desactivación	35	200	V	D	170	1,156	1,326	45,0	
282	17-mar-2016	19:00	Activación Respaldo	35	185	V	EU	170	1,030	1,259		
283	18-mar-2016	07:50	Desactivación	35	150	V	D	170	912	1,084	45,0	
284	18-mar-2016	09:52	Cargue de Módulos	200	150	EU	D	1,156	816	2,069	983,4	
285	21-mar-2016	18:31	Desactivación	40	331	V	D	147	1,121	1,119	45,1	
286	21-mar-2016	17:45	Cargue de Módulos	101	331	EU	D	1,108	1,108	2,188	975,4	
287	23-mar-2016	12:30	Desactivación	45	180	V	D	225	1,067	1,292	45,0	
288	23-mar-2016	19:30	Activación Respaldo	45	160	V	EU	225	967	1,192		
289	24-mar-2016	18:11	Desactivación	45	174	V	D	225	973	1,198	45,1	
290	24-mar-2016	08:00	Cargue de Módulos	195	165	EU	D	1,134	993	2,129	1,151,8	
291	26-mar-2016	05:55	Desactivación	43	154	V	D	246	935	1,183	45,0	
292	26-mar-2016	05:55	Activación Respaldo	43	154	V	EU	246	935	1,183		
293	26-mar-2016	08:30	Desactivación	43	112	V	V	246	683	916	45,0	
294	26-mar-2016	08:30	Cargue de Módulos	200	138	EU	D	1,156	997	2,156	1,148,6	
295	29-mar-2016	07:17	Desactivación	25	160	V	D	118	987	1,105	45,0	
296	29-mar-2016	07:17	Cargue de Módulos	200	160	EU	D	1,156	987	2,123	1,039,2	
297	01-abr-2016	06:20	Desactivación	60	160	V	D	374	967	1,281	45,0	
298	01-abr-2016	06:20	Cargue de Módulos	180	160	EU	D	1,067	967	2,034	752,4	
299	04-abr-2016	00:04	Desactivación	30	160	V	D	140	907	1,110	45,0	
300	04-abr-2016	00:04	Activación Respaldo	30	160	V	EU	140	907	1,110		

300	04-abr-2016	06:54	Activación Respaldo	30	160	V	EU	143	967	1,110	
301	04-abr-2016	09:00	Desactivación	30	145	V	V	143	882	1,025	45.0
302	04-abr-2016	09:00	Cargue de Módulos	170	190	EU	D	1,018	1,112	2,131	1,106.0
303	07-abr-2016	09:50	Desactivación	55	190	V	D	284	1,112	1,396	45.0
304	07-abr-2016	09:50	Activación Respaldo	55	190	V	EU	284	1,112	1,396	
305	07-abr-2016	16:37	Desactivación	55	150	V	V	284	912	1,196	45.0
306	07-abr-2016	17:45	Cargue de Módulos	200	200	EU	D	1,156	1,156	2,312	1,116.0
307	07-abr-2016	14:25	Desactivación	40	200	V	D	197	1,156	1,353	45.0
308	07-abr-2016	14:25	Activación Respaldo	40	200	V	EU	197	1,156	1,353	
309	11-abr-2016	08:27	Desactivación	40	200	V	V	197	1,156	1,353	45.0
310	11-abr-2016	08:27	Cargue de Módulos	196	200	EU	D	1,139	1,156	2,295	942.1
311	14-abr-2016	08:00	Desactivación	35	200	V	D	170	1,156	1,326	45.0
312	14-abr-2016	08:00	Activación Respaldo	35	200	V	EU	170	1,156	1,326	
313	15-abr-2016	08:50	Desactivación	35	130	V	V	170	790	960	45.0
314	15-abr-2016	08:50	Cargue de Módulos	168	170	EU	D	1,104	1,018	2,122	1,161.8
315	16-abr-2016	07:35	Desactivación	40	170	V	D	197	1,018	1,215	45.0
316	16-abr-2016	07:35	Activación Respaldo	40	170	V	EU	197	1,018	1,215	
317	16-abr-2016	08:00	Desactivación	40	170	V	V	197	1,018	1,215	45.0
318	16-abr-2016	08:00	Cargue de Módulos	200	170	EU	D	1,156	1,018	2,174	848.7
319	21-abr-2016	09:35	Desactivación	55	170	V	D	284	1,018	1,302	45.0
320	21-abr-2016	09:35	Activación Respaldo	55	170	V	EU	284	1,018	1,302	
321	22-abr-2016	09:00	Desactivación	55	100	V	V	284	584	867	45.0
322	22-abr-2016	09:00	Cargue de Módulos	190	175	EU	D	1,112	1,043	2,155	1,287.8
323	24-abr-2016	18:35	Desactivación	60	151	V	D	314	918	1,232	45.0
324	24-abr-2016	18:35	Activación Respaldo	60	151	V	EU	314	918	1,232	
325	26-abr-2016	07:30	Desactivación	60	100	V	V	314	584	898	45.0
326	26-abr-2016	07:30	Cargue de Módulos	185	150	EU	D	1,090	912	2,002	1,104.0
327	29-abr-2016	06:32	Desactivación	50	150	V	D	254	912	1,166	45.0
328	29-abr-2016	06:32	Activación Respaldo	50	132	V	EU	254	803	1,057	
329	29-abr-2016	09:22	Desactivación	50	132	V	V	254	803	1,057	45.0
330	29-abr-2016	09:22	Cargue de Módulos	186	175	EU	D	1,094	1,043	2,137	1,080.2
331	01-may-2016	20:02	Desactivación	39	175	V	D	191	1,043	1,234	45.0
332	01-may-2016	20:02	Activación Respaldo	39	158	V	EU	191	956	1,148	
333	02-may-2016	09:15	Desactivación	39	135	V	V	191	822	1,014	45.0
334	02-may-2016	09:15	Cargue de Módulos	182	185	EU	D	1,076	1,090	2,166	1,152.4
335	05-may-2016	09:46	Desactivación	30	185	V	D	143	1,090	1,233	45.0
336	05-may-2016	09:46	Activación Respaldo	30	185	V	EU	143	1,090	1,233	
337	06-may-2016	08:30	Desactivación	30	132	V	V	143	803	947	45.0
338	06-may-2016	08:30	Cargue de Módulos	180	175	EU	D	1,067	1,043	2,110	1,163.0
339	08-may-2016	19:10	Desactivación	39	175	V	D	191	1,043	1,234	45.0
340	08-may-2016	19:10	Activación Respaldo	39	161	V	EU	191	972	1,163	
341	09-may-2016	07:42	Desactivación	39	140	V	V	191	853	1,044	45.0
342	09-may-2016	07:42	Cargue de Módulos	175	140	EU	D	1,043	853	1,896	851.6
343	11-may-2016	15:00	Desactivación	25	140	V	D	118	853	970	45.0
344	11-may-2016	15:00	Cargue de Módulos	200	200	EU	D	1,156	1,156	2,312	1,341.4
345	14-may-2016	14:23	Desactivación	31	200	V	D	148	1,156	1,304	45.0
346	14-may-2016	14:23	Activación Respaldo	31	182	V	EU	148	1,076	1,224	
347	15-may-2016	05:50	Desactivación	31	150	V	V	148	912	1,061	45.0
348	15-may-2016	07:43	Cargue de Módulos	200	185	EU	D	1,156	1,090	2,246	1,185.1
349	18-may-2016	07:35	Desactivación	40	185	V	D	197	1,090	1,287	45.0
350	18-may-2016	07:35	Cargue de Módulos	168	185	EU	D	1,008	1,090	2,098	811.5
351	20-may-2016	19:41	Desactivación	40	185	V	D	197	1,090	1,287	45.0
352	20-may-2016	19:41	Activación Respaldo	30	170	EU	D	143	1,018	1,162	
353	21-may-2016	08:15	Desactivación	35	165	V	EU	170	933	1,163	45.0
354	21-may-2016	08:15	Cargue de Módulos	180	170	EU	D	1,067	1,018	2,085	322.4
355	23-may-2016	14:55	Desactivación	54	170	V	D	278	1,018	1,296	45.0
356	23-may-2016	14:55	Cargue de Módulos	162	200	EU	D	1,076	1,156	2,232	336.1
357	26-may-2016	06:40	Desactivación	45	200	V	D	225	1,156	1,381	45.0
358	26-may-2016	06:40	Cargue de Módulos	190	200	EU	D	1,112	1,156	2,268	887.7
359	28-may-2016	19:25	Desactivación	47	200	V	D	236	1,156	1,392	45.0
360	28-may-2016	19:25	Activación Respaldo	47	200	V	EU	236	1,156	1,392	
361	29-may-2016	05:46	Desactivación	47	180	V	V	236	1,067	1,303	45.0
362	29-may-2016	05:46	Cargue de Módulos	201	185	EU	D	1,160	1,090	2,250	947.1
363	31-may-2016	11:50	Desactivación	64	185	V	D	339	1,090	1,429	45.0
364	31-may-2016	11:50	Activación Respaldo	64	185	V	EU	339	1,090	1,429	
365	01-jun-2016	03:10	Desactivación	64	150	V	V	339	912	1,252	45.0
366	01-jun-2016	03:26	Cargue de Módulos	180	180	EU	D	1,067	1,067	2,133	881.7
367	03-jun-2016	11:00	Desactivación	50	180	V	D	254	1,067	1,320	45.0
368	03-jun-2016	12:03	Cargue de Módulos	180	180	EU	D	1,067	1,067	2,133	812.9
369	05-jun-2016	06:45	Desactivación	80	90	V	D	445	514	958	45.0
370	05-jun-2016	06:45	Cargue de Módulos	170	170	EU	D	1,018	1,018	2,037	1,078.2
371	07-jun-2016	06:15	Desactivación	50	170	V	D	254	1,018	1,272	45.0
372	07-jun-2016	06:15	Cargue de Módulos	180	190	EU	D	1,067	1,112	2,179	907.1
373	09-jun-2016	15:04	Desactivación	51	190	V	D	260	1,112	1,372	45.0
374	09-jun-2016	18:45	Cargue de Módulos	200	190	EU	D	1,156	1,112	2,268	896.3
375	12-jun-2016	06:45	Desactivación	65	190	V	D	346	1,112	1,458	45.0
376	12-jun-2016	08:25	Cargue de Módulos	178	180	EU	D	1,057	1,067	2,124	665.7
377	14-jun-2016	17:15	Desactivación	36	180	V	D	175	1,067	1,242	45.0
378	14-jun-2016	18:25	Cargue de Módulos	190	180	V	D	1,112	1,067	2,179	337.5
379	17-jun-2016	13:50	Desactivación	15	180	V	D	69	1,067	1,136	45.0
380	17-jun-2016	15:47	Cargue de Módulos	207	180	EU	D	1,185	1,067	2,252	1,116.2
381	20-jun-2016	14:25	Desactivación	17	180	V	D	78	1,067	1,145	45.0
382	20-jun-2016	14:25	Cargue de Módulos	190	180	EU	D	1,112	1,067	2,179	1,034.1
383	22-jun-2016	14:10	Desactivación	70	180	V	D	378	1,067	1,445	45.0
384	22-jun-2016	14:10	Cargue de Módulos	210	200	EU	D	1,197	1,156	2,353	908.4
385	25-jun-2016	04:00	Desactivación	50	200	V	D	254	1,156	1,410	45.0
386	25-jun-2016	05:39	Cargue de Módulos	185	200	EU	D	1,090	1,156	2,246	836.1
387	27-jun-2016	06:00	Desactivación	55	200	V	D	284	1,156	1,440	45.0
388	27-jun-2016	07:35	Cargue de Módulos	195	190	EU	D	1,134	1,112	2,247	807.5
389	29-jun-2016	15:00	Desactivación	40	190	V	D	197	1,112	1,309	45.0
390	29-jun-2016	16:15	Cargue de Módulos	205	190	EU	D	1,177	1,112	2,289	980.1

Figura 6. Tabla de control de operaciones City Gate E