

EVALUACION DE LOS PARAMETROS DE LAS ENTREGAS DE CRUDOS

**Autores : Eduardo Curci (REPSOL –YPF)
Gustavo Galliano (REPSOL-YPF)**

En este trabajo se describe un ensayo interlaboratorios realizado sobre muestras de crudos , que fue diseñado como método de control y evaluación de la performance de laboratorios contratados por el Upstream de YPF.

Este control y evaluación tienen fundamental importancia para asegurar la calidad de los resultados informados por estos laboratorios.

Las determinaciones incluídas en este ensayo fueron : contenido de agua , densidad y contenido de sales.

Los parámetros a medir fueron seleccionados por ser los más representativos e importantes en las entregas de crudo que realizan las distintas compañías e incluyen muchas de las operaciones comerciales que realiza diariamente YPF.

Se analiza la implicancia económica que puede traer una deficiente medición.

Introducción

El ensayo interlaboratorios consistió en evaluar la performance de los laboratorios participantes en las determinaciones que se realizan en las entregas de crudos siguiendo la metodología usada habitualmente.

Los métodos empleados fueron : porcentaje de agua ASTM D4006 , densidad D1298 y contenido de sales UOP 22.

La importancia de contar con laboratorios contratados que trabajen utilizando normas reconocidas internacionalmente y tengan una precisión y exactitud adecuadas radica en que en las entregas se está realizando una transacción económica que está influída por los parámetros antes mencionados.

Informar una cantidad errónea de agua implica comprar o vender agua en lugar de petróleo.

La cantidad de sales que contienen los distintos crudos también tiene mucha importancia debido a que la gran mayoría de los contratos realizados por YPF contemplan una penalización cuando el porcentaje de sal (cloruro de sodio) excede un valor establecido.

Por lo anteriormente mencionado no es un detalle de poca importancia asegurar que las determinaciones en una entrega se realicen siguiendo las normas adecuadas y dentro de los límites de exactitud y precisión que estas normas lo permiten.

Desarrollo

En el ensayo interlaboratorios se evaluaron el porcentaje de agua , la densidad y el contenido de sal en 5 muestras (niveles) de crudos.

Participaron 9 laboratorios correspondientes a las Unidades Económicas Mendoza , Catriel , Rincón de los Sauces y Comodoro Rivadavia.

El ensayo fue realizado según la Norma de aptitud y desempeño de laboratorios IRAM N° 305/90.

El procedimiento empleado fue el denominado tipo B , que implica utilizar submuestras seleccionadas al azar de una fuente con un grado de homogeneidad adecuada que se distribuyen a cada uno de los laboratorios participantes del ensayo.

Cada laboratorio junto a las muestras recibió las indicaciones de modo de garantizar que todos los participantes procedieran de idéntica forma.

Una vez recibidos los resultados se realizó el análisis estadístico de modo de poder decidir si los resultados son aceptables desde el punto de vista estadístico o hay resultados “sospechosos “ que deben ser descartados.

Finalizado el estudio se le envía un informe completo a cada laboratorio con su performance indicándosele algunas sugerencias para que puedan mejorar la calidad de los resultados obtenidos , de modo de ir mejorando paulatinamente.

A continuación se presentan las distintas tablas que contienen a los resultados informados por cada laboratorio participante

Porcentaje de agua

Es de hacer notar que las muestras evaluadas tienen todas una cantidad inferior a 1 % , ya que en las entregas rara vez se supera ese valor de agua.

La técnica empleada es la adecuada para controlar la cantidad de agua presente en este tipo de muestras.No tiene sentido utilizarla para evaluar concentraciones de agua superiores al 10 % (valores que nunca se alcanzarían en una entrega).

En la tabla 1 se indican los resultados de los 9 laboratorios en la determinación de porcentaje de agua

TABLA 1-Porcentaje de agua.

laboratorio			muestra		
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
	0,25	0,10	0,05	0,40	0,20
1	0,25	0,12	0,05	0,37	0,20
	0,25	0,12	0,05	0,40	0,20
	0,27	0,20	0,08	0,45	0,22
2	0,27	0,20	0,08	0,45	0,22
	0,27	0,18	0,08	0,45	0,22
	0,30	0,20	0,08	0,45	0,20
3	0,30	0,20	0,10	0,45	0,25
	0,30	0,22	0,08	0,40	0,22
	0,20	0,02	0,05	0,35	0,22
4	0,20	0,05	0,05	0,30	0,20
	0,17	0,02	0,02	0,40	0,20
	0,23	0,02	0,02	0,40	0,35
5	0,20	0,02	0,02	0,40	0,35
	0,23	0,02	0,02	0,45	0,40
	0,35	0,10	0,10	0,25	0,17
6	0,30	0,15	0,10	0,20	0,17
	0,30	0,20	0,10	0,20	0,17
	0,25	0,10	0,05	0,20	0,20
7	0,25	0,15	0,05	0,25	0,15
	0,20	0,10	0,05	0,20	0,15
	0,27	0,15	0,10	0,49	0,14
8	0,28	0,15	0,10	0,49	0,15
	0,28	0,15	0,10	0,48	0,14
	0,17	0,05	0,05	0,40	0,25
9	0,15	0,05	0,05	0,30	0,30
	0,15	0,05	0,05	0,40	0,30

Con los promedios de las mediciones informadas por cada laboratorio en los 5 niveles se realiza un ranking propuesto por Youden que permite identificar si alguno de los participantes comete errores sistemáticos en sus determinaciones.

Este ranking se realiza asignándole un número entero a los promedios obtenidos por cada uno de los laboratorios participantes en cada nivel.

A mayor promedio se le asigna menor número. Luego se suman los números obtenidos por cada laboratorio (indicado en la columna total) y deben ser comparados con los límites de aceptación de Youden.

Cuando los resultados experimentales caen fuera de estos límites el laboratorio es excluido por considerarse que en esa determinación este participante comete errores sistemáticos.

En el anexo 1 se tabulan los límites permitidos para el ranking de Youden.

En la tabla 2 se puede observar el ranking de Youden para la determinación de porcentaje de agua

TABLA 2. Ranking de Youden. Porcentaje de agua.

Lab.	x nivel					ranking nivel					total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	0,25	0,11	0,05	0,39	0,20	5	6	6	5	6	28
2	0,27	0,19	0,08	0,45	0,22	4	2	4	2	3	15
3	0,30	0,21	0,09	0,43	0,22	2	1	3	3	4	13
4	0,19	0,04	0,04	0,35	0,21	8	8	8	7	5	36
5	0,22	0,02	0,02	0,42	0,37	7	9	9	4	1	30
6	0,32	0,15	0,10	0,22	0,17	1	4	1	9	7	22
7	0,23	0,12	0,05	0,22	0,17	6	5	7	8	8	34
8	0,28	0,15	0,10	0,49	0,14	3	3	2	1	9	18
9	0,16	0,05	0,05	0,37	0,28	9	7	5	6	2	29

De la tabla de Youden (anexo 1) se consideran aceptables para 9 laboratorios en 5 niveles de concentración un valor mínimo de 9 y un valor máximo de 41.

De la tabla 2 se puede observar que todos los totales del ranking se encuentran entre estos 2 valores extremos permitidos.

De modo que se consideran aceptables los resultados de todos los laboratorios.

Continuando con el análisis estadístico de los valores reportados se calcula para cada nivel la desviación Standard (St).

Con los promedios (x) y el valor más alejado al promedio (A) se calculan los T, según la fórmula $T = A - x/St$.

Estos valores son comparados con los Tcríticos (obtenidos de tablas estadísticas), y en el caso que los valores calculados con los datos experimentales sean menores que los Tcríticos de tablas se aceptan los resultados informados (a ese nivel significativo, que en nuestro ensayo fue siempre 5 %).

En caso que los valores de Tobtenidos experimentalmente sean superiores a los Tcríticos de tablas se procede a descartar al valor más alejado del promedio y se recalculan los parámetros estadísticos.

Si nuevamente los valores de Tobservados son superiores a los T de tablas se continúa descartando al valor más alejado al promedio.

Se continúa con este procedimiento hasta que el valor Tcrítico de tabla sea superior al Tobservado. Cuando se llega a esta situación se aceptan los valores informados por los laboratorios participantes.

En la tabla 3 se presentan los valores de los Tobservados con los Tcríticos de tablas.

TABLA 3. Parámetros estadísticos. Porcentaje de agua

nivel	1	2	3	4	5
n	27	27	27	27	27
promedio (X)	0,25	0,11	0,06	0,37	0,22
St	0,0515	0,0681	0,0279	0,0963	0,0675
A	0,15	0,22	0,02/0,10	0,20	0,40
$T=(A-X)/St$	1,94	1,61	1,43	1,76	2,67
Tcrítico	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
rechazo	no	no	no	no	no

Analizando los resultados de la tabla 3 se puede concluir que no existe rechazo en ninguno de los 5 niveles , de modo que estadísticamente son aceptables todos los valores de porcentaje de agua informados.

Densidad

Se realiza el mismo estudio estadístico para las determinaciones de densidad de los 5 crudos evaluados.

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos para la determinación de densidad. En este caso el laboratorio N° 9 informó los valores de sólo 3 muestras (niveles) , debido a que no contaban con densímetros calibrados en el rango de las muestras 2 y 5. Por tal motivo se decidió realizar el estudio descartando todos los valores de densidad de este laboratorio , de modo que en este caso particular los participantes son 8.

TABLA 4. Densidad.

Laboratorio			Muestra		
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
	0,8795	0,9120	0,8678	0,8813	0,8840
1	0,8805	0,9123	0,8685	0,8816	0,8836
	0,8807	0,9130	0,8685	0,8822	0,8836
	0,8818	0,9130	0,8682	0,8832	0,8838
2	0,8818	0,9130	0,8696	0,8826	0,8834
	0,8818	0,9130	0,8688	0,8831	0,8834
	0,8774	0,9129	0,8698	0,8803	0,8788
3	0,8752	0,9125	0,8736	0,8803	0,8841
	0,8839	0,9142	0,8698	0,8778	0,8854
	0,8819	0,9147	0,8682	0,8815	0,8844
4	0,8817	0,9143	0,8692	0,8823	0,8832
	0,8822	0,9147	0,8680	0,8817	0,8840
	0,8798	0,9121	0,8693	0,8824	0,8853
5	0,8805	0,9121	0,8696	0,8824	0,8850
	0,8806	0,9120	0,8694	0,8828	0,8858
	0,8815	0,9146	0,8687	0,8815	0,8846
6	0,8815	0,9145	0,8687	0,8824	0,8869
	0,8805	0,9126	0,8687	0,8824	0,8866
	0,8785	0,9124	0,8670	0,8818	0,8849
7	0,8798	0,9106	0,8664	0,8812	0,8845
	0,8785	0,9110	0,8677	0,8828	0,8849
	0,8822	0,9127	0,8673	0,8821	0,8907
8	0,8822	0,9127	0,8673	0,8821	0,8907
	0,8822	0,9127	0,8673	0,8821	0,8907
	0,8817	-----	0,8668	0,8831	-----
9	0,8820	-----	0,8683	0,8850	-----
	0,8823	-----	0,8692	0,8838	-----

En la tabla 5 se realiza el análisis utilizando el ranking de Youden con los promedios de las densidades

TABLA 5.Ranking de Youden.Densidad

Lab.	x nivel					ranking nivel					total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	0,8802	0,9124	0,8683	0,8817	0,8837	6	6	6	7	6	31
2	0,8818	0,9130	0,8689	0,8830	0,8835	3	4	3	1	7	18
3	0,8788	0,9132	0,8710	0,8795	0,8828	8	3	1	8	8	28
4	0,8819	0,9146	0,8685	0,8818	0,8839	2	1	5	6	5	19
5	0,8803	0,9121	0,8694	0,8825	0,8854	5	7	2	2	3	19
6	0,8812	0,9139	0,8687	0,8821	0,8860	4	2	4	4	2	16
7	0,8789	0,9113	0,8670	0,8819	0,8848	7	8	8	5	4	32
8	0,8822	0,9127	0,8673	0,8821	0,8907	1	5	7	3	1	17

De la tabla de Youden (anexo 1) se consideran aceptables para 8 laboratorios en 5 niveles de concentración un valor mínimo de 9 y un valor máximo de 36.
De la tabla 5 se puede observar que todos los totales del ranking se encuentran entre estos 2 valores extremos permitidos.
De modo que se consideran aceptables los resultados de todos los laboratorios.

En la tabla 6 se comparan los Tobservados contra los Tcríticos de tabla

TABLA 6. Parámetros estadísticos. Densidad.

nivel	1	2	3	4	5
n	24	24	24	24	24
promedio (X)	0,8807	0,9129	0,8686	0,8818	0,8851
St	0,00187	0,00111	0,00141	0,00114	0,00264
A	0,8752	0,9106	0,8736	0,8788	0,8788
T=(A-X)/St	2,94	2,07	3,55	2,63	2,39
Tcrítico	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
rechazo	si	no	si	no	no

En el nivel 1 existe rechazo , por lo que se procede a eliminar el valor más alejado del promedio y se recalculan todos los parámetros con los 23 valores restantes.

Los nuevos valores calculados son :

promedio (X) : 0,8809 , St : 0,00150 , el valor más alejado (A) : 0,8774 , T : 2,33, siendo el Tcrítico para 23 observaciones 2,78 lo que implica que descartando el valor más alejado no existe rechazo , es decir salvo el valor eliminado los demás son estadísticamente aceptables.

En el nivel 3 también existe rechazo , de modo que se elimina el valor más alejado del promedio y se recalculan los parámetros.

Los nuevos valores son :

promedio (X) : 0,8684 , St : 0,000962 , A : 0,8664 , T : 2,08 , siendo el Tcrítico para 23 observaciones 2,78 lo que implica que descartando el valor más alejado no existe rechazo.

Sales

Por último se realiza un estudio análogo para la determinación de sales.

En la tabla 7 se presentan los valores informados para la determinación de sales en las 5 muestras de crudos analizadas

TABLA 7. Sales

laboratorio			muestra		
	Nº 1 (g/m3)	Nº 2 (g/m3)	Nº 3 (g/m3)	Nº 4 (g/m3)	Nº 5 (g/m3)
	37	19	21	65	72
1	35	21	19	65	75
	35	21	19	68	75
	40	30	22	76	72
2	39	30	24	78	74
	40	28	21	75	72
	35	18	24	80	71
3	37	18	26	78	70
	61	19	24	80	69
	30	12	19	65	75
4	35	16	21	65	70
	33	14	16	68	72
	35	19	19	75	70
5	35	19	19	77	70
	37	21	21	77	75
	49	4	16	49	57
6	49	4	12	66	61
	41	4	8	58	57
	30	7	14	61	61
7	33	9	14	59	59
	28	9	14	61	56
	43	23	31	81	62
8	45	26	35	87	60
	47	24	33	85	64
	42	19	19	77	61
9	33	16	12	68	63
	40	16	16	75	61

Se hace el ranking de Youden , el cual puede apreciarse en la tabla 8

TABLA 8.Ranking de Youden.Sales.

lab	x nivel					ranking nivel					total
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	36	20	20	66	74	7	3	4	7	1	22
2	40	29	22	76	73	4	1	3	3	2	13
3	44	18	25	79	70	3	5	2	2	5	17
4	33	14	19	66	72	8	7	6	6	3	30
5	36	20	20	72	72	6	4	5	5	4	24
6	46	4	12	58	58	1	9	9	9	9	37
7	30	8	14	60	59	9	8	8	8	8	41
8	45	24	33	84	62	2	2	1	1	7	13
9	38	17	16	73	62	5	6	7	4	6	28

De la tabla de Youden se consideran aceptables para 9 laboratorios en 5 niveles de concentración un valor mínimo de 9 y un valor máximo de 41.

De la tabla 8 se puede observar que todos los totales del ranking se encuentran entre estos 2 valores extremos permitidos.

De modo que se consideran aceptables estadísticamente los resultados de todos los laboratorios.

En la tabla 9 se comparan los Tobservados contra los Tcríticos de tabla para ver si existe rechazo de algún valor

TABLA 9. Parámetros estadísticos. Sales.

Nivel	1	2	3	4	5
N	27	27	27	27	27
Promedio (X)	39	17	20	71	67
St	7,153	7,507	6,327	9,169	6,324
A	61	4/30	35	49	56
T=(A-X)/St	3,07	1,73	2,37	2,40	1,74
Tcrítico	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86
Rechazo	si	no	no	no	no

En el nivel 1 existe rechazo , por lo que se procede a eliminar el valor más alejado del promedio y se recalculan todos los parámetros con los 26 valores restantes.

Los nuevos valores calculados son :

promedio (X) : 38 , St : 5,636 , el valor más alejado (A) : 49 , T : 1,95 , siendo el Tcrítico para 26 observaciones 2,84 lo que implica que descartando el valor más alejado no existe rechazo.

Análisis de los resultados obtenidos

Una vez finalizada la evaluación estadística surgen una serie de consideraciones a tener en cuenta para poder comprender más el alcance de este ensayo interlaboratorio.

De acuerdo al análisis realizado siguiendo el ranking de Youden podemos establecer que ninguno de los laboratorios participantes presenta errores sistemáticos en las determinaciones que fueron evaluadas.

En las determinaciones de porcentaje de agua no hubo ningún laboratorio que presentara un resultado “dudoso” desde el punto de vista estadístico por lo que no fue rechazado ningún valor informado.

Si se compara la repetibilidad , es decir la diferencia entre resultados realizados por el mismo operador utilizando siempre el mismo material trabajando en idénticas condiciones , obtenida por los laboratorios participantes del ensayo interlaboratorios en

general está dentro de los valores mencionados en la norma ASTM D4006 que fue empleada para determinar el porcentaje de agua.

En un ensayo interlaboratorios conducido por el comité de ASTM la repetibilidad obtenida fue de 0,08. En nuestro ensayo se puede observar que en general los valores son inferiores, excepto unos pocos que son del 0,10 %.

En el caso de la reproducibilidad, es decir cuando los resultados son obtenidos por 2 operadores distintos en diferentes laboratorios trabajando en las mismas condiciones empleando idéntico material, en el ensayo organizado por ASTM se obtuvieron valores de 0,105 %.

En el ensayo organizado por YPF en algunos casos se excedió ese valor. En algún caso extremo se llegó a tener diferencias de 0,29 %. Sin embargo la mayoría de los valores informados están dentro de la reproducibilidad calculada por ASTM.

En el caso del estudio de la densidad se puede observar que no hay ningún laboratorio que informe sus resultados con errores sistemáticos.

Sin embargo el laboratorio N° 3 informó un resultado en la muestra 1 (0,8752) y otro en la muestra 3 (0,8736) que son inaceptables desde el punto de vista estadístico, por lo que esas dos mediciones tuvieron que ser descartadas.

En cuanto a la repetibilidad de esta técnica calculada por ASTM es de 0,0005, en tanto la reproducibilidad es de 0,0015.

Se puede apreciar que los resultados informados por los laboratorios contratados por el Upstream en algunos casos informan sus valores con repetibilidad y reproducibilidad mayores a lo admitido por ASTM.

En las determinaciones de sales el ranking de Youden demuestra que tampoco hay laboratorios que trabajen con errores sistemáticos.

Sin embargo al analizar los resultados individuales se debió descartar un valor excesivamente alto (61) del laboratorio 3 en la muestra 1.

Los demás resultados informados por todos los participantes fueron aceptables desde el punto de vista estadístico.

Implicancias económicas

La importancia de contar con datos exactos radica en que los parámetros que han sido analizados en este trabajo están directamente relacionados con el valor del crudo entregado.

A modo de ejemplo se puede mencionar el convenio que existe entre un Yacimiento en Argentina de REPSOL-YPF con el Downstream y con las demás compañías que le entregan crudo.

En el caso del porcentaje de agua se toma un valor de referencia y por cada 0,1 % en exceso al valor de referencia se descuenta un 0,2 % del volumen entregado.

Con las sales también hay un valor de referencia y por cada 10 g/m³ en exceso se hace un descuento del 0,2 % del total del volumen entregado.

En el caso de la densidad se toma un valor de referencia en °API y se aplica una corrección de 0,15 °API respecto al valor tomado como referencia , restándolo cuando el crudo tenga un grado API inferior y sumándolo cuando sea superior.

CONCLUSIONES

*En los 3 parámetros analizados el ranking de Youden demostró que ningún laboratorio cometió errores sistemáticos.

*Al analizar la performance individual se puede observar que a excepción del laboratorio 3 todos los resultados informados son aceptables desde el punto de vista estadístico

El laboratorio 3 informó 2 valores de densidad y 1 de contenido de sales que tuvieron que ser descartados ya que se alejaban de los parámetros estadísticos aceptables.

*Los valores de reproducibilidad y repetibilidad para la determinación del porcentaje de agua de nuestro ensayo son bastante similares a los que se obtuvieron en un ensayo coordinado por ASTM.

*En tanto para la determinación de densidad los resultados no son tan satisfactorios como en el caso anterior.

Una alternativa para mejorar la precisión , exactitud , repetibilidad y reproducibilidad de las determinaciones de las densidades de los crudos es utilizar el método ASTM D5002 , que utiliza un densímetro digital.

Este método está siendo utilizado en la Zona Norte de Mendoza con resultados muy alentadores.

*El método para determinar sales en crudos que se empleó es el UOP 22 , que es el más común y usado entre las distintas compañías petroleras.

Sin embargo este método ha sido discontinuado hace varios años y puede ser reemplazado por el método ASTM D3230 , que es una determinación de sales en crudos utilizando mediciones electrométricas.

En los próximos meses se comenzará a probar este método tanto en Mendoza Norte como en Mendoza Sur y una vez que se obtengan los resultados adecuados se propondrá la utilización de esta norma en las entregas de crudo.

*Por último cabe destacar que en general la actuación de los laboratorios puede considerarse satisfactoria , teniendo en cuenta que para ellos era la primera vez que participaban en un ensayo interlaboratorios de crudos , sin embargo consideramos que se puede mejorar en exactitud , repetibilidad y reproducibilidad , lo que redundará en beneficios económicos para YPF S.A. , ya que no debemos perder de vista que el objeto de todas estas mediciones es conocer la cantidad y calidad exacta de petróleo involucrada en las distintas operaciones comerciales realizada por la Empresa.

Agradecimientos

Se agradece a todo el personal de los laboratorios participantes que colaboró con la realización de este ensayo y especialmente a los inspectores de REPSOL-YPF. Ricardo Cascio (Catriel) , Juana Carrizo (Comodoro Rivadavia) y Tomás Doblas (Rincón de los Sauces).

También deseamos agradecer a Santiago Bertagna representante técnico de los laboratorios de Mendoza y a Sergio Pérez , Gerardo Degiorgis y Carlos Urfalino (REPSOL-YPF).

Bibliografía

*Norma IRAM 300.Evaluación de Laboratorios.Vocabulario

*Norma IRAM 305/89.Evaluación de Laboratorios.Desarrollo y puesta en marcha de los ensayos de aptitud

*Basic Statistics for Laboratories.W. Kelley , T. Ratliff and C. Nenadic. 1992

*Handbook of Quality Assurance for the Analytical Chemistry Laboratory. J.P.Dux .1992.

*The Laboratory Quality Assurance System.Thomas A. Ratliff.1993.

*ASTM D 1298-85 (R.1990) .Density , Relative Density (Specific Gravity) , or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.

*ASTM D 4006-81(R. 1995).Water in Crude Oil by Destillation.

*ASTM D 3230-89.Salts in Crude Oil (Electrometric Method).

*ASTM D 5002-94.Density and Relative Density of Crude Oils by Digital Density Analyzer.

ANEXO 1.Ranking de Youden

Nº Lab.	Nº de materiales /niveles											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3		4	5	7	8	10	12	13	15	17	19	20
		12	15	17	20	22	24	27	29	31	33	36
4		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
		16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46
5		5	7	9	11	13	16	18	21	23	26	28
		19	23	27	31	35	38	42	45	49	52	56
6	3	5	7	10	12	15	18	21	23	26	29	32
	18	23	28	32	37	41	45	49	54	58	62	66
7	3	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	36
	21	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	76
8	3	6	9	12	15	18	22	25	29	32	36	39
	24	30	36	42	48	54	59	65	70	76	81	87
9	3	6	9	13	16	20	24	27	31	35	39	43
	27	34	41	47	54	60	66	73	79	85	91	97
10	4	7	10	14	17	21	26	30	34	38	43	47
	29	37	45	52	60	67	73	80	87	94	100	107
11	4	7	11	15	19	23	27	32	36	41	46	51
	32	41	49	57	65	73	81	88	96	103	110	117
12	4	7	11	15	20	24	29	34	39	44	49	54
	35	45	54	63	71	80	88	96	104	112	120	128
13	4	8	12	16	21	26	31	36	42	47	52	58
	38	48	58	68	77	86	95	104	112	121	130	138
14	4	8	12	17	22	27	33	38	44	50	56	61
	41	52	63	73	83	93	102	112	121	130	139	149

Eduardo Curci es Licenciado en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires en 1980.

Entre 1978 y 1989 se desempeñó como docente de Química Inorgánica y Analítica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

En 1982 ingresó a la Gerencia de Activos Tecnológicos de YPF desempeñándose en el Area de Química Analítica.

En 1987 fue becado por la Universidad de Praga (Charles University) en Checoslovaquia , especializándose en Polarografía.

Entre 1994 y 1996 se desempeña en el Centro de Tecnología Aplicada del Upstream de YPF en Luján de Cuyo , Mendoza.

En 1997 es designado en el Sector Tecnología de Producción del Area de Servicios de Ingeniería de la Unidad Económica Mendoza.

A partir de 1999 se desempeña en el Sector Producción en Barrancas , Mendoza.

Entre 1997 y 1999 realizó la carrera de post grado Especialista en Ingeniería Ambiental en la Universidad Nacional de Cuyo.

Gustavo Galliano es Ingeniero Químico (Universidad Nacional de Mar del Plata, 1982) y Especializado en explotación de yacimientos (Universidad de Buenos Aires, 1983)

En 1984 ingresó a la Gerencia de Investigación y Desarrollo de YPF donde se desempeño hasta 1993. En ese lapso trabajó en el desarrollo de software de simulación y cañerías, análisis nodal y termodinámica aplicada.

Entre 1994 y 1996 dirigió el Centro de Tecnología Aplicada del Upstream (LAE) ubicado en Lujan de Cuyo, Mendoza.

Entre 1997 y 1999 comandó el Sector Tecnología de Producción del Area Servicios de Ingeniería de la Unidad Económica Mendoza.

Desde enero del 2000 esta a cargo del departamento " Tecnologías para la recuperación de petróleo" del Centro de Tecnología Aplicada (CTA) de Repsol - YPF en La Plata.

Es instructor interno de la Empresa, profesor libre de la Universidad Nacional de Cuyo y ha publicado numerosos trabajos técnicos en Congresos Nacionales e Internacionales y en publicaciones petroleras del país y del exterior.