

MITIGACIÓN DE LA CORROSIÓN EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN EN EL YACIMIENTO CERRO FORTUNOSO

E. Curci (YPF) eduardo.curci@ypf.com

V. Silva (LANXESS), veronica.silva@lanxess.com

J.Castellano (YPF) juan.castellano@ypf.com

F.Mariani (YPF), facundo.mariani@ypf.com

F. Fernández (YPF), federico.fernandezdapaz@ypf.com

A. Gramaglia (YPF), agustina.m.gramaglia@ypf.com

V. Agüero (AESa), victor.agüero@ypf.com

D. Cacciamani (AESa), dario.cacciamani@ypf.com

Sinopsis

En este trabajo se muestran las modificaciones que se implementaron en los tratamientos anticorrosivos en el sistema de inyección de Cerro Fortunoso para mitigar la corrosión.

Inicialmente en el sistema se realizaron tratamientos anticorrosivos siguiendo la planificación y propuestas realizadas por la empresa contratista que se adjudicó la licitación de tratamientos químicos de agua. Al principio los parámetros relacionados con efectos corrosivos eran aceptables en este yacimiento, pero desmejoraron a medida que pasaba el tiempo. Debido a esta desmejoría en 2021 YPF decide modificar los tratamientos anticorrosivos para corregir los desvíos observados. A partir de los cambios implementados se observa una mejora sustancial, la cual se mantiene hasta la fecha. Mejora la tasa corrosión disminuyendo 54% (medida por cupones según norma NACE SP0775) y ATP disminuye 74% (medido según norma ASTM D7463).

En el desarrollo de este trabajo se cumplieron las siguientes etapas.

Primeramente, se realizó una completa caracterización microbiológica incluyendo mediciones de ADN bacteriano, empleando técnicas de biología molecular de última generación tales como qPCR (quantitative polymerase chain reaction), y N.G.S (Next-generation sequencing).

Se identificaron y cuantificaron diversos tipos de arqueas y de bacterias. Entre las más significativas se pueden nombrar sulfato reductoras, productoras de ácidos, reductoras de hierro, oxidantes de sulfuro y reductoras de nitrato.

Cada uno de estas especies vienen asociadas a un riesgo (MIC, producción de H₂S y formación de biofilm). Al conocer cantidad de microorganismos y tipo de riesgo asociado se puede inferir la probabilidad de daño a las instalaciones afectadas.

Posteriormente se realizó la selección de productos (kill test) con pruebas entre 31 combinaciones de biocidas seleccionando la opción que ofreció mayor efectividad.

La combinación de biocidas seleccionados tiene dos características fundamentales. Acción rápida y efecto duradero, lo que garantiza una rápida mortandad y buen efecto residual.

La optimización realizada logró una reducción de costos en Cerro Fortunoso de 217.000 USD/año.

Se demostró la importancia de decidir los tratamientos químicos con el conocimiento de los microorganismos presentes en el sistema.

Introducción

El yacimiento Cerro Fortunoso ubicado en Malargüe, al Sur de la provincia de Mendoza inició su recuperación secundaria desde hace 3 décadas. Actualmente hay 38 pozos inyectoros activos que inyectan aproximadamente 2500 m³ diarios.

Esta actividad necesita de una adecuada mitigación de los efectos corrosivos generados por el fluido inyectado. Para cumplir con este objetivo deben implementarse adecuados tratamientos químicos que prevengan la corrosión generalizada generada por gases, cloruros y otros agentes corrosivos, así como la corrosión microbiológica donde intervienen microorganismos que generan productos que atacan la integridad de las instalaciones.

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos en la mencionada mitigación desde el año 2018 hasta la fecha.

Se pudo observar que desde 2018 hasta el año 2021 hubo un desmejoramiento en los parámetros que afectan la corrosión de las instalaciones. Por tal motivo se solicitó a la empresa contratista que provee el servicio y los productos químicos una propuesta de mejora para corregir los desvíos detectados en los parámetros. Paralelamente desde el sector de Ingeniería de Integridad se hace una propuesta al sector operativo para mejorar la situación existente.

En este trabajo se analizan y comparan ambas propuestas y se muestran los resultados que se obtuvieron finalmente, una vez tomada la decisión de cambiar los tratamientos que se llevaban a cabo.

Desarrollo

Corrosión generalizada

Para monitorear la corrosión generalizada se instalaron cuponeras en sectores críticos del sistema para medir la tasa de corrosión de cada uno de esos puntos. Se empleó la norma NACE SP0775 para este seguimiento.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos desde el año 2019 hasta la actualidad.

Se observa como la tasa de corrosión va aumentando desde el año 2019 hasta que se realiza el cambio de tratamiento en diciembre del año 2021.

A partir de febrero del año 2022 se puede observar una notable y continua disminución de la tasa de corrosión en los puntos evaluados, lo que indica que la decisión tomada fue correcta.

La disminución de la tasa de corrosión entre el período con el nuevo tratamiento respecto al tratamiento original fue de 54%. Se consideraron los promedios de las mediciones en cada fecha.

En este caso la modificación sugerida por Ingeniería de Integridad fue modificar los puntos de aplicación del sistema sin modificar el producto empleado ni la cantidad utilizada. Al proceder de este modo no se modificó el costo del tratamiento con inhibidor de corrosión.

El inhibidor de corrosión utilizado es una combinación de sales de amina, amonios cuaternarios y surfactantes no iónicos. El producto utilizado además de caracterizarse por una buena

eficiencia en la mitigación de la corrosión generalizada no genera problemas aguas abajo en la deshidratación del petróleo.

Tabla 1. Tasa de corrosión pozos inyectoros Cerro Fortunoso

fecha	C.F.-53	C.F.-133	C.F.-155	C.F.-195	C.F.-240	C.F.-267	C.F.-270	Promedio
03-06-19	0,50	0,17	0,16	4,87	0,86	0,06	0,12	0,96
03-09-19	1,20	0,40	1,76	4,41	0,75	0,24	0,63	1,34
27-11-19	1,19	0,59	2,28	XXXXX	4,42	0,85	6,07	2,57
20-02-20	0,64	XXXXX	0,35	0,70	3,40	2,72	3,82	1,94
28-04-20	1,15	XXXXX	0,33	0,68	1,67	2,21	6,30	2,06
09-09-20	1,89	XXXXX	0,54	0,79	3,35	0,38	6,12	2,18
24-02-21	0,46	1,01	XXXXX	0,80	1,87	1,83	3,02	1,50
02-09-21	2,89	1,08	4,49	7,03	8,91	4,01	1,95	4,34
10-11-21	2,66	2,06	2,11	11,03	6,47	XXXXX	5,37	4,95
CAMBIO TRATAMIENTO								
23-02-22	1,37	4,61	0,93	1,96	3,71	1,10	1,99	2,24
19-04-22	0,35	0,08	0,13	1,38	0,10	XXXXX	1,47	0,58
29-06-22	4,20	XXXXX	1,11	5,47	3,22	XXXXX	XXXXX	3,50
29-08-22	0,16	2,34	XXXXX	4,77	0,50	XXXXX	0,10	1,57
02-11-22	0,51	0,85	0,09	0,09	2,56	XXXXX	0,45	0,76
30-01-23	0,81	2,62	0,38	0,54	3,10	XXXXX	1,02	1,41
19-04-23	0,10	0,67	0,06	0,12	XXXXX	XXXXX	0,10	0,21
27-06-23	0,42	1,83	0,09	0,27	0,25	XXXXX	0,06	0,49
12-10-23	XXXXX	1,51	0,02	0,05	0,06	XXXXX	0,06	0,34
23-01-24	0,20	0,02	0,06	0,13	0,03	XXXXX	0,04	0,08

En la tabla precedente se observa la notoria mejoría en la mitigación de la corrosión generalizada evidenciada en la disminución de la tasa de corrosión medida a partir del cambio de tratamiento.

El rango de categorización de los valores de la tasa de corrosión está dados por la normativa interna de YPF que fue tomada de la norma NACE SP0775 del año 2013.

Se destaca que en el año 2023 esta norma modificó los rangos haciéndolos más permisivos, aumentándose el valor de tasa de corrosión para cada rango.

Categorización tasa de corrosión según NACE SP0775-13

Tasa corrosión

categoría	(m.p.y.)	
baja	< 1,0	
moderada	1,0-4,9	
alta	5,0-10	
severa	> 10	

Corrosión microbiológica

Para mitigar la corrosión microbiológica primeramente, se realizó una completa caracterización de los microorganismos presentes en el sistema incluyendo mediciones de ADN bacteriano,

empleando técnicas de biología molecular de última generación tal como qPCR (quantitative polymerase chain reaction).

Se identificaron y cuantificaron diversos tipos de arqueas y de bacterias. Entre las más significativas que puedan afectar la integridad de las instalaciones de superficie y fondo se pueden mencionar sulfato reductoras, productoras de ácidos, reductoras de hierro, oxidantes de sulfuro y reductoras de nitrato.

Cada especie caracterizada viene asociadas a un eventual riesgo (MIC, producción de H₂S y formación de biofilm). Al conocer cantidad de microorganismos y tipo de riesgo asociado se puede inferir la probabilidad de daño a las instalaciones afectadas.

Una vez caracterizadas las especies presentes se realizó la selección de productos (kill test) con pruebas entre 31 combinaciones de biocidas seleccionando la opción que ofreció mayor efectividad.

La combinación de biocidas seleccionados se realizó teniendo en cuenta dos características fundamentales. Acción rápida y efecto duradero, lo que garantiza una rápida mortandad y buen efecto residual. El par de productos químicos seleccionados fueron un biocida que contenía como materias activas glutaraldehído y amonio cuaternario que se conoce por ser un eficaz químico de acción rápida y el segundo compuesto tiene como materia activa Tris-hidroximetil-nitrometano (THNM) cuya principal característica es generar un efecto residual prolongado debido a su lenta liberación que permite un efecto no tan inmediato, pero más duradero.

Esta combinación de productos tiene un efecto sinérgico que garantiza una muy buena eficiencia en su tarea de eliminar los microorganismos presentes en el sistema. Adicionalmente la presencia de amonio cuaternario ejerce una eficaz prevención en la eliminación de biopelículas y no genera espumas que pudiese comprometer el proceso de deshidratación.

En todo el proceso se realizaron mediciones de trifosfato de adenosina (ATP) que permite cuantificar la cantidad de microorganismos vivos en cada punto evaluado. El ATP es una molécula que aparece en el metabolismo de los seres vivos por lo que lo relacionamos directamente con la contaminación microbiológica del sistema y es un indicador confiable de la actividad microbiana.

Esta medición se basa en la detección de bioluminiscencia que es directamente proporcional a la concentración de ATP en la muestra lo que puede ser relacionada con la masa microbiana presente.

De acuerdo con el nivel de contaminación microbiológica utilizamos la siguiente clasificación aceptada por la industria que nos indica lo comprometido que está un sistema por la presencia de microorganismos en el mismo.

El valor de ATP medido en picogramos/ml (pg/ml)

ATP (pg/ml)	
$0 \leq x \leq 100$	
$101 \leq x \leq 1000$	
$1001 \leq x$	

A continuación, se presenta la tabla 2 con los resultados de las mediciones de ATP desde mayo de 2018 hasta la fecha.

Tabla 2. Mediciones de ATP

fecha	salida F.W.	S. Skimmer	S. PTA C.F.	PIAS C.F.-72	C.F.-243	C.F.-240	C.F.-31	C.F.-241	C.F.-53	C.F.-155	Promedio
16-05-18	XXXXX	XXXXX	385	972	878	855	XXXXX	794	XXXXX	XXXXX	777
30-10-19	112	XXXXX	50	632	299	76	XXXXX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	234
22-09-20	22	53	XXXXX	256	213	158	376	321	XXXXX	XXXXX	200
10-02-21	56	191	XXXXX	1235	1133	655	1640	546	XXXXX	XXXXX	779
CAMBIO TRATAMIENTO											
16-07-21	135	257	XXXXX	273	248	233	182	146	XXXXX	XXXXX	210
06-08-21	154	449	XXXXX	148	221	55	75	64	XXXXX	XXXXX	167
27-09-21	XXXXX	407	243	171	75	33	52	69	XXXXX	XXXXX	150
15-03-22	XXXXX	XXXXX	XXXXX	220	XXXXX	215	XXXXX	140	82	86	149
31-05-22	XXXXX	266	XXXXX	260	XXXXX	153	XXXXX	118	172	121	182
29-06-22	119	380	141	192	93	XXXXX	67	XXXXX	93	44	141
02-09-22	XXXXX	14	28	38	17	11	27	232	67	43	53
19-10-22	XXXXX	210	241	150	56	74	87	37	XXXXX	43	112
03-04-23	110	203	135	82	90	86	13	227	46	60	105
18-08-23	XXXXX	344	117	113	39	44	43	50	37	54	93
18-03-24	180	107	104	34	51	150	88	32	110	70	92

En abril del año 2021 se realizó el cambio de tratamiento.

A partir de ese momento se observa una notable y continua mejora en los niveles de contaminación microbiológica.

Tomando los promedios de las mediciones previas al cambio de tratamiento con las posteriores se observa una disminución de la contaminación microbiológica del 74 %.

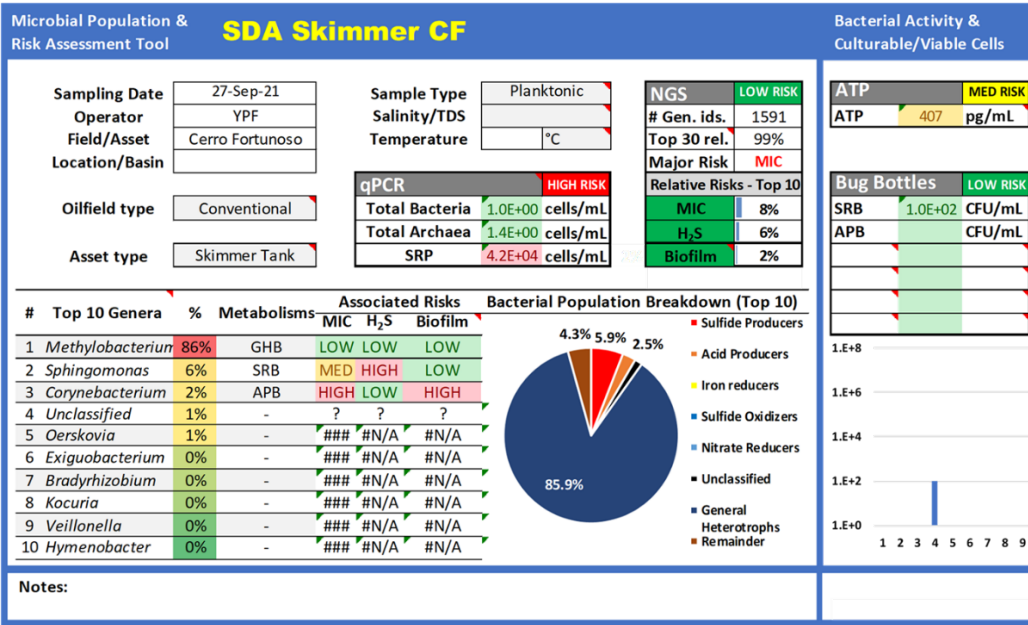
La evaluación del sistema se completó con técnicas avanzadas de biología molecular que incluyeron la reacción cuantitativa en cadena de la polimerasa (qPCR) y secuenciación de próxima generación (NGS).

Estas técnicas permiten identificar y caracterizar poblaciones microbianas, de modo que al conocer las especies presentes se pueden conocer y prevenir los riesgos asociados a cada microorganismo. Esto permite desarrollar un tratamiento de mitigación microbiológica más eficaz.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de la caracterización microbiológica con los estudios genéticos que nos muestran la variedad y cantidad de especies en los puntos analizados luego de iniciado el nuevo tratamiento con los productos seleccionados.

Los ejemplos que se presentarán corresponden a la salida del Tanque Skimmer, ubicado dentro de la planta de tratamiento de agua y a 2 inyectores de Cerro Fortunoso (inyector CF-240 e inyector CF-243).

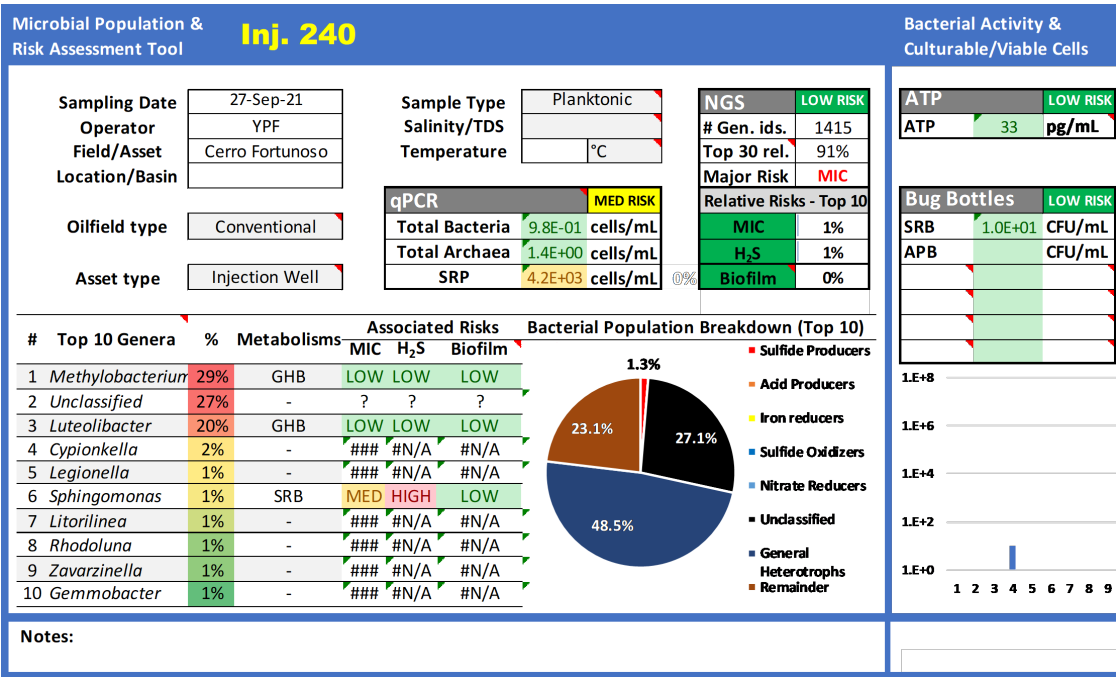
Figura 1. Salida tanque Skimmer Cerro Fortunoso



En la presentación de resultados aparece un listado con los 10 géneros mayoritarios con los riesgos asociados (MIC, formación de H₂S y formación de biofilm). En este ejemplo se puede apreciar que las especies que pertenecen al género identificada como *Sphingomonas* presenta un riesgo medio respecto a MIC y alto por formación de H₂S. El tercer género identificado como *Corynebacterium* presenta riesgo alto para MIC y formación de biofilm, en tanto riesgo bajo para formación de H₂S.

La medición de ATP muestra un valor de 407 pico gramos /ml, lo que significa una presencia microbiológica media.

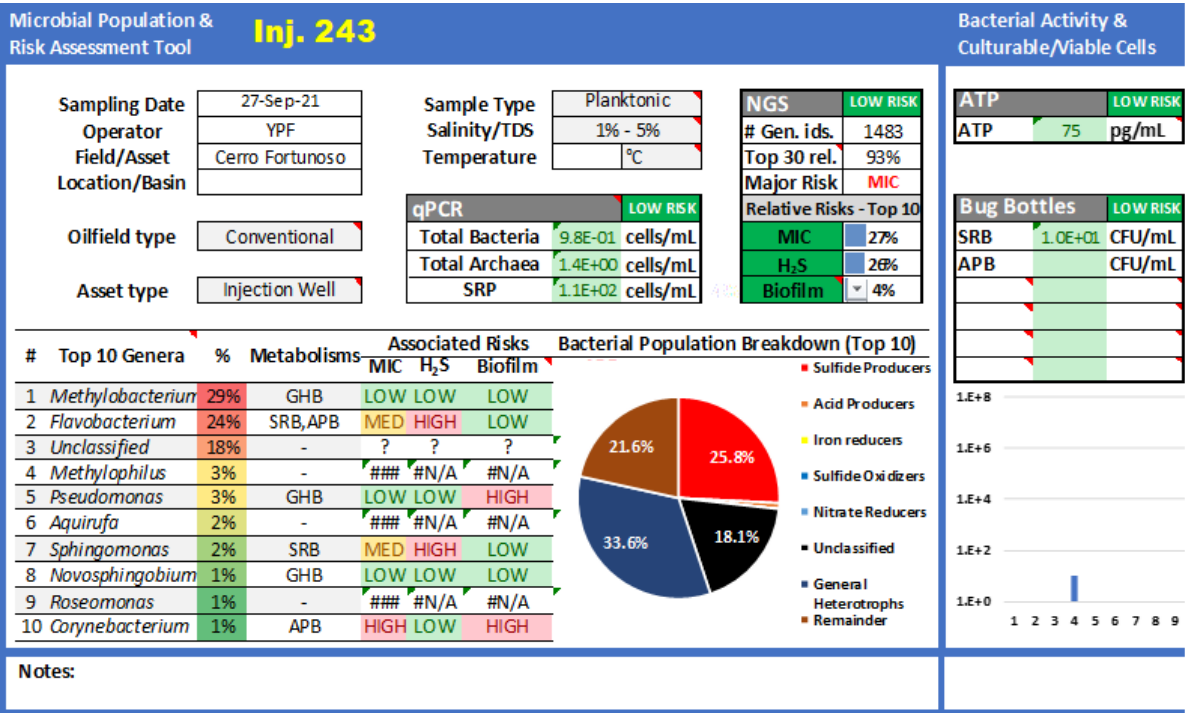
Figura 2. Inyector 240 Cerro Fortunoso



Nuevamente se enumera el listado con los 10 géneros mayoritarios con los riesgos asociados (MIC, formación de H₂S y formación de biofilm). En este ejemplo se puede apreciar que las especies mayoritarias detectadas generan riesgos bajos.

La medición de ATP muestra un valor de 33 pico gramos /ml, lo que significa una presencia microbiológica baja.

Figura 3. Inyector 243 Cerro Fortunoso

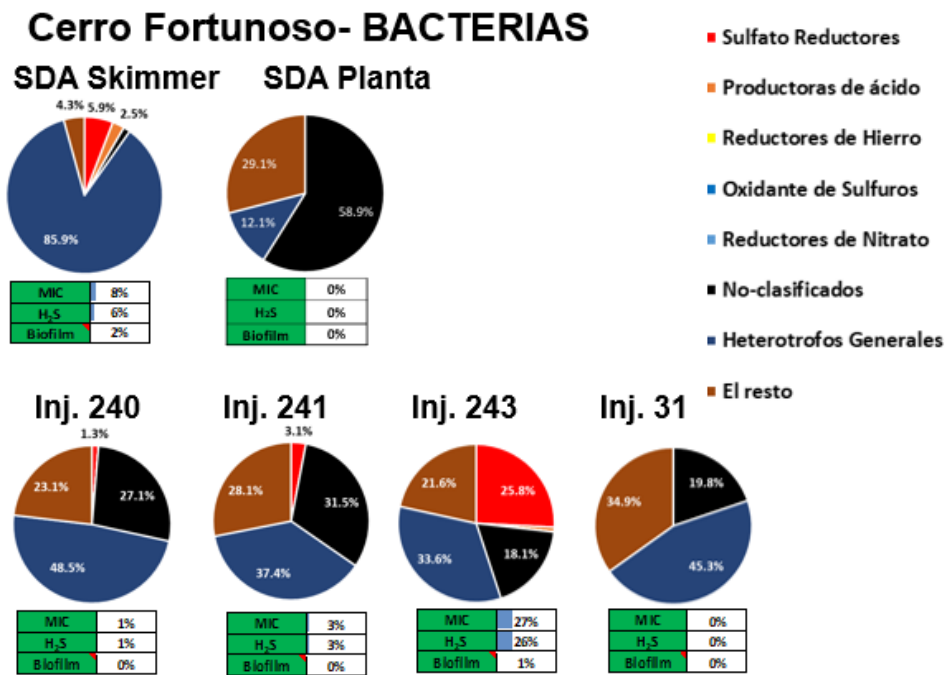


En este inyector se puede apreciar riesgo de MIC 27 %, de formación de H₂S 26 % y en menor medida de biofilm 4 %.

La medición de ATP muestra un valor de 75 pico gramos /ml, lo que significa una contaminación microbiológica baja.

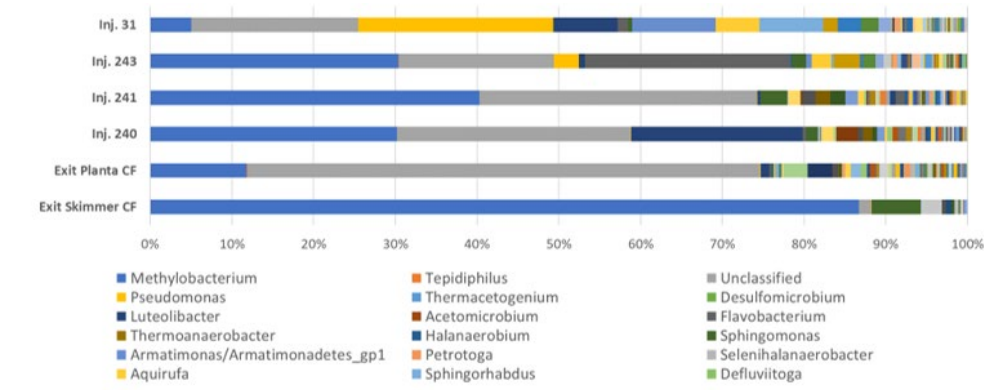
En la figura 4 se presenta un resumen donde se pueden apreciar los distintos porcentajes con sus riesgos asociados (MIC, formación de biofilm y producción de H₂S) de las especies caracterizadas en cada uno de los puntos evaluados.

Figura 4. Riesgos asociados sistema inyección Cerro Fortunoso



En la figura 5 se presentan los resultados de N.G.S. (Next-Generation Sequencing).

Figura 5. N.G.S. sistema inyección Cerro Fortunoso



Se destaca la presencia de *methylobacterium*, que no es una bacteria peligrosa para ambientes de gas y petróleo. En cantidad le sigue un grupo de microorganismos no clasificados que aún no están identificados en las bases de datos globales disponibles. Se asume que no son microorganismos perjudiciales para las instalaciones del yacimiento.

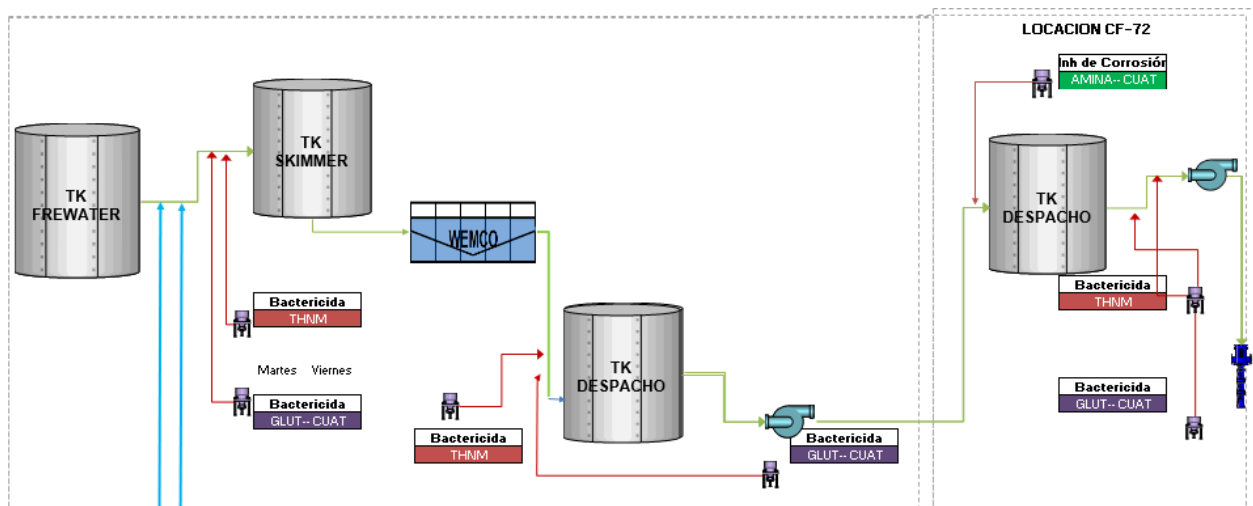
Esquema del sistema de inyección de Cerro Fortunoso

En la figura 6 se presenta el esquema de la planta de tratamiento de agua de Cerro Fortunoso y la planta de inyección ubicada en la locación Cerro Fortunoso 72, lugares donde se implementaron las modificaciones de los tratamientos con los bactericidas mencionados.

En esta figura puede observarse que el punto de aplicación del inhibidor de corrosión es a la entrada del tanque de despacho en la locación CF-72, de modo que a partir de este punto estamos protegiendo todo el sistema de inyección de Cerro Fortunoso.

También pueden apreciarse los 3 puntos donde se aplican los biocidas. Los primeros dos se encuentran dentro de la planta de tratamiento de agua (antes del tanque Skimmer y antes del tanque de despacho) y el tercero a la salida del tanque de despacho ubicado en la locación CF-72.

Figura 6. Sistema de inyección Cerro Fortunoso



Evaluación económica

Hasta febrero del año 2021 los tratamientos para mitigar la corrosión realizados con inhibidor de corrosión y bactericidas habían sido diseñados por la empresa contratista a cargo del servicio y provisión de productos químicos que había sido seleccionada en la correspondiente licitación.

Como se mencionó anteriormente, al principio los tratamientos eran eficaces, pero en el transcurso del tiempo los parámetros de corrosión generalizada y microbiológica empezaron a desmejorar. Este hecho motivó que se tomara la decisión de implementar un cambio. Se evaluaron dos propuestas. La primera presentada por la empresa contratista a cargo de los tratamientos químicos y la segunda se originó internamente en el sector de Ingeniería de Integridad.

La compañía que realiza y provee los productos químicos presentó una propuesta que incrementaba los costos en 77.000 USD/año. Consistía en seguir empleando los mismos productos aplicándolos en los mismos puntos con la misma frecuencia. Lo que se modificaba era la cantidad de producto aplicado aumentándose las dosis de estos.

La alternativa elaborada por YPF implicaba una disminución de costos de 139.200 USD/año respecto a lo que se estaba realizando y un ahorro de 216.200 USD/año si se lo comparaba con la nueva propuesta de la contratista de productos químicos.

Se destaca que no solo se han mejorado los parámetros que están relacionados con los efectos corrosivos del sistema, sino que además se obtuvo una disminución de costos.

Conclusiones

Se optimizó el tratamiento con inhibidor de corrosión en el sistema de inyección de Cerro Fortunoso, disminuyendo la tasa de corrosión en 54 %.

Se realizó una completa caracterización de ADN, encontrándose pocas especies riesgosas (MIC, H₂S y formación de biofilm) en el sistema.

Conocidas las especies presentes y con un ensayo de kill test se seleccionó la mejor combinación de biocidas para mitigar la corrosión microbiológica.

Se optimizó el tratamiento con bactericida en el sistema de inyección de Cerro Fortunoso, disminuyendo la contaminación microbiológica en 74 %.

Se consiguió una disminución de costos de 216.200 U\$D/año con las modificaciones de los tratamientos. Los cambios implementados fueron diseñados por el personal de Integridad y Corrosión de YPF.

Debido a los buenos resultados obtenidos esta forma de trabajo se replicará en otros yacimientos en Malargüe.

Bibliografía

Holistic Approach of Microbial Control Solution for YPF Barrancas Field-from Laboratory Evaluation to Field Trial. Emerentiana Sianawati (DOW), Eduardo Curci (YPF), María Laura Lorca (YPF), Luis Sitta (YPF), Stella Maris Gómez (YPF), Matheus Paschoalino (DOW), Río O&G 2016. IBP 1536_16.

Geert van der Kraan (DOW), Fernando Mesquita (DOW), Brandon Morris (DOW). Rio Oil & Gas Expo and Conference. Río de Janeiro 2016.

Improving the Efficiency of H₂S Mitigation in Middle East Oil and Gas Fields. Hofmann, A.; van Strien, W; Malekzadeh, R. 188257-MS SPE Conference Paper – 2017.

Field Applications for On-Site DNA Extraction and qPCR. Lee, Crystal, Brown, Billy, Jones, Doug, Duet, Sid, Cornell, Justin, Sharma, Neil, Lin, Xueju, 2015-5686 NACE Conference Paper – 2015.

Development and Validation of In-Field qPCR Methods for Water Microbial Analysis at Oil and Gas Facilities. Lin, Xueju, Sharma, Neil, Lee, Crystal. 2015-5948 NACE Conference Paper – 2015.

Proposal of Improved Biomonitoring Standard for Purpose of Microbiologically Influenced Corrosion Risk Assessment. Lomans, Bart P., de Paula, Renato, Geissler, Brett, Kuijvenhoven, Cor A. T., Tsismetzis, Nicolas, 179919-MS SPE Conference Paper – 2016.

Testing Continuous Biocide Injection in a Seawater Injection Scenario. Larsen, Jan, Tang, Lone, Thomsen, Uffe Sognstrup, Sørensen, Ketil Bernt. 2014-3757 NACE Conference Paper – 2014.

Rapid Determination of MIC in Oil Production Facilities with a DNA-based Diagnostic Kit. Skovhus, Torben Lund, Sorensen, Ketil, Larsen, Jan, Rasmussen, Kim, Jensen, Michael. 130744-MS SPE Conference Paper – 2010.

Consortia of Mic Bacteria and Archaea Causing Pitting Corrosion in Top Side Oil Production Facilities. Larsen, Jan, Rasmussen, Kim, Pedersen, Heidi, Sørensen, Ketil, Lundgaard, Thomas, Skovhus, Torben Lund. 10252 NACE Conference Paper – 2010.

Identification and Analysis of Biocides Effective Against Sessile Organisms. Keasler, Vic, Bennett, Brian, Diaz, Raul, Lindemuth, Paul, Kasowski, Dale Joseph, Adelizzi, Craig, Santiago-Vazquez, Lory, 121082-MS SPE Conference Paper – 2009.

Simultaneous Online Monitoring of Srb Activity and Corrosion Rate. Haile, T., Sooknah, R., Papavinasam, S., Gould, W.D., Dinardo, O., 10255 NACE Conference Paper – 2010.

Field Experience with an SRB Rapid Detection Test Kit. Horacek, G.L., 21008-PA SPE Journal Paper – 1992.

Field Experiences in On-Line Bacteria Monitoring. This article's rating: (Average from 0 ratings) Pickthall, Thomas W., Wright, Todd G., Smart, John S. 96279 NACE Conference Paper – 1996.

Effective Chemistries to Control SRB, H₂S, and FeS Problems. Dickinson, Allen, Peck, George E., Arnold, Bobby Dale. 93007-MS SPE Conference Paper – 2005.

Corrosive Differentiation of SRB Isolated from Injection Waters used in Secondary Crude Oil Recovery. de Romero, Matilde, Rodríguez, Lesdybeth, Rincón, Verónica, de Rincón, Oladis,

Infante, Joxanna, Linares, Doug, Campos, William, Orduz, Jeosaine, Urribarri, Análida. 06525 NACE Conference Paper – 2006.

NACE SP0775-13. Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations

ASTM D7463-14. Standard Test Method for Adenosine Triphosphate (ATP) Content of Microorganisms in Fuel, Fuel/Water Mixtures and Fuel Associated Water.

ISO 20395- 2019. Biotechnology. Requirements for evaluating the performance of quantification methods for nucleic acid target sequences. qPCR and dPCR.

SPC GB 37872-2019. Guidelines for validation of next-generation target region sequencing. Format Edition 1.

Effect of Biocides and Corrosion Inhibitors on SRB-Mediated MIC Under Flow Conditions. Voordouw, Gerrit, Voordouw, Johanna, Pinnock, Tijan, 2017-9650 NACE Conference Paper – 2017.

Field Experiences for SRB-MIC Control in Water Injection Plants Having Continuous Pit Recovered Fluids. Palacios, Carlos A., Hernandez, Thais, 03547 NACE Conference Paper – 2003.

Oilfield Microbiology: Detection Techniques Used in Monitoring Problematic Microorganisms Such as Sulphate-Reducing Bacteria SRB. Bennet, Douglas G. 26788-MS OTC Conference Paper – 2016.

NACE TM0212: 2018 "Detection, Testing, and Evaluation of Microbiologically Influenced Corrosion on Internal Surfaces of Pipelines" (Houston, TX: NACE).

NACE TM0194: 2014 "Field Monitoring of Bacterial Growth in Oil and Gas Systems" (Houston, TX: NACE).

Denaturing gradient gel electrophoresis in marine microbial ecology. SCHÄFERH & MUYZER G (2001) Method Microbiol 30: 425–468.

Injection Seawater versus Produced Water SRB and Archaea Populations. This article's rating: (Average from 0 ratings). Hoffmann, Heike, Spark, Iain S.C. 155101-MS SPE Conference Paper – 2012.

Don't Just Blame the SRBs and APBs for MIC. This article's rating: (Average from 0 ratings) Geissler, Brett, Keller-Schultz, Carrie, Keasler, Vic. 2015-6083 NACE Conference Paper – 2015.

Mitigation of Biogenic Sulphide Production by Sulphate Reducing Bacteria in Petroleum Reservoir Souring. This article's rating: (Average from 0 ratings) Immanuel, O. M., Abu, G. O., Stanley, H. O. 178323-MS SPE Conference Paper – 2015.

Microbiologically Influenced Corrosion of Electrical-Submersible- Pumping- System Components Associated with Acid-Producing Bacteria and Sulfate-Reducing Bacteria: Case Histories. This article's rating: (Average from 0 ratings) Adams, Dan L. 136756-MS SPE Conference Paper – 2010.

Minimización de corrosión interna en pozos productores empleando inhibidores y bactericidas encapsulados. Eduardo Curci (YPF), Roberto López (YPF), Jorge Toum (YPF), Mariano Aldao (YPF), Jesús Quiroga (YPF), Marcelo Escobar (AESAs). III Congreso Integridad IAPG, Buenos Aires 2017.

Breve CV autores

Eduardo Curci

Título y lugar de estudio: Licenciado en Ciencias Químicas, Facultad Ciencias Exactas, Universidad Buenos Aires. Ingeniero Ambiental Universidad Nacional Cuyo.

Trayectoria: Desde 1982 a la fecha diversos sectores de YPF, en Gerencia Investigación y Desarrollo, Tecnología de Producción, Centro de Tecnología Aplicada Upstream, Tecnología de Producción, Ingeniero de Corrosión. Instructor interno de la compañía, expositor en Congresos internos, nacionales e internacionales.

Cargo actual en la empresa: Ingeniero de Corrosión desde 2012 a la fecha.

Verónica Silva

Título y lugar de estudio: Dr en Ingeniería de Procesos y Sistemas

Trayectoria: en total casi 20 años trabajando para tratamiento de aguas en distintos mercados

Cargo actual en la empresa: Desarrollo de aplicaciones O&G – LANXESS.

Facundo Mariani

Título y lugar de estudio: Ingeniero Químico - Universidad Tecnológica Nacional

Trayectoria: Ingeniero Especialista de Procesos – Ingeniero de Proyectos

Cargo actual en la empresa: Jefe de Ingeniería de Procesos y Control – MDC.

Juan Castellano

Título y lugar de estudio: Ingeniero Electrónico - Universidad Tecnológica Nacional

Trayectoria: Diversas posiciones en YPF, Ingeniero de Mantenimiento, Jefe Ingeniería de Mantenimiento y Jefe de Integridad.

Cargo actual en la empresa: Jefe de Integridad.

Federico Fernández

Título y lugar de estudio: Ingeniero Químico - Universidad Tecnológica Nacional

Trayectoria: Pasante Ing. Integridad - Programador de Logística – Supervisor Integridad

Cargo actual en la empresa: Supervisor de Integridad.