



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CALIDAD
POSTGRADO SISTEMAS DE LA CALIDAD**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PLAN DE CALIDAD AL PROCESO DE MANEJO DE AGUA DE PRODUCCION,
SEGÚN ISO 10005:05. PETROLERA INDOVENEZOLANA.**

Presentado por

Hairan Jose Lecuna Navarro

Para optar al título de

ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE LA CALIDAD

Asesor

Prof. Nancy Fernández

Puerto Ordaz, Abril de 2016

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CALIDAD
POSTGRADO SISTEMAS DE LA CALIDAD**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**PLAN DE CALIDAD AL PROCESO DE MANEJO DE AGUA DE PRODUCCION,
SEGÚN ISO 10005:05. PETROLERA INDOVENEZOLANA**

Presentado por

Hairan Jose Lecuna Navarro

Para optar al título de

ESPECIALISTA EN SISTEMAS DE LA CALIDAD

Asesor

Prof. Nancy Fernández

Puerto Ordaz, Abril de 2016

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
ESPECIALIDAD: SISTEMAS DE LA CALIDAD

Director Postgrado en Sistemas de la Calidad.

Presente.-

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por la presente hago constar que he leído el trabajo especial de grado, presentado por **ING. HAIRAN JOSE LECUNA NAVARRO, C.I.:19.362518**, para optar al grado de Especialista en Sistemas de la Calidad, cuyo título es: **PLAN DE CALIDAD AL PROCESO DE MANEJO DE AGUA DE PRODUCCION, SEGÚN ISO 10005:05. PETROLERA INDOVENEZOLANA**; y que acepto asesorar al estudiante, en calidad de tutora, durante la etapa de desarrollo del trabajo de investigación hasta su presentación y evaluación.

En la ciudad de Puerto Ordaz a los 18 días del mes de Junio de 2015.

Firma.

Nancy Fernández

C.I. 4.241.784.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página.
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE IMAGENES	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
EL PROBLEMA	4
1.1.- Planteamiento del Problema	4
1.2.- Objetivos de la Investigación.....	9
1.2.1.- Objetivo General	9
1.2.2.- Objetivos Específicos.....	9
1.3.- Justificación e Importancia de la Investigación	9
1.4.- Alcance	11
1.5.- Limitaciones	11
CAPÍTULO II	12
MARCO TEORICO.....	12
2.1.- Consideraciones Generales.....	12
2.2.- Antecedentes de la Investigación.....	12
2.3.- Artículos Arbitrados.....	20
2.4.- Bases Teóricas	21
2.4.1.- Calidad.....	21
2.4.2.- Normas ISO	22
2.4.3.- Principios de la Calidad.....	23
2.4.4.- Filosofía de Deming	24
2.4.5.- Planificación de la Calidad	28
2.4.6.- Desarrollo de un Plan de la Calidad.....	29
2.4.7.- Contenido del Plan de la Calidad.....	31
2.4.8.- Aguas de Producción	42

2.4.9.- Origen del Agua de Producción.	42
2.4.10.- Componentes del Agua de Producción.	44
2.4.11.- Disposición del Agua de Producción.	46
2.4.12.- Plantas de Inyección de Agua Salada y Sus Componentes Principales (PIAS).	48
2.4.13.- Proceso Estándar de Funcionamiento de las PIAS.....	50
2.5.- Bases Legales.....	51
CAPÍTULO III	55
MARCO METODOLÓGICO.	55
3.1.- Tipo de Investigación.	55
3.2.- Diseño de la Investigación.	56
3.3.- Unidad de Análisis.	56
3.4.- Población de Estudio.....	57
3.5.- Muestra de Estudio.	58
3.6.- Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Información.	59
3.7.- Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.	61
3.8.- Fases de la Investigación.....	62
3.9.- Operacionalización de las Variables.	62
3.10.- Consideraciones Éticas.....	65
CAPÍTULO IV	66
MARCO ORGANIZACIONAL.	66
4.1.- Descripción de la Empresa.	66
4.2.- Ubicación geográfica y áreas de influencia	67
4.3.- Visión.	68
4.4.- Misión.....	68
4.5.- Valores Organizacionales.	69
4.6.- Descripción de la gerencia técnica y operaciones	69
4.7.- Proceso productivo	70
CAPÍTULO IV	73
DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	73
5.1.-Diagnosticar la situación actual del contexto operacional para manejo del agua de producción en Budare-2.	73
5.1.1.-Crear Equipo Natural de Trabajo (ENT).....	73

5.1.2.- Realizar Inventario de equipos asociados al proceso de manejo de agua de producción.....	75
5.1.3.- Descripción de las condiciones de operación de los equipos del proceso de manejo de agua de producción.	77
5.1.4.- Describir las Etapas del Proceso empleado para el manejo del agua de producción en la estación Budare 2	81
5.2.- Analizar las Causas que han Generado la Condición Actual del Proceso.	89
5.2.1.- Establecer Mediante Diagrama Ishikawa Las Causas que han Generado la Condición Actual del Proceso.....	89
5.3.- Pasos para el desarrollo del plan de la Calidad.	102
CAPITULO VI	106
LA PROPUESTA.....	106
6.1.- Formular plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción.	106
6.1.1.- Reestructuración del proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2.....	107
6.1.1.1.- Premisas de Diseño	109
6.1.1.2.- Descripción de los equipos a Utilizar.....	110
6.1.1.3.- Descripción del Proceso.....	119
6.1.1.4.- Programa de Mantenimiento a los equipos propuestos para el proceso de manejo de agua de producción en la estación Budare 2.....	126
6.1.1.5.- Sistema de indicadores de desempeño, para el control del proceso de manejo de agua de producción.....	138
6.2.- Plan de la Calidad.	151
6.3.- Identificar los Costos de Calidad en el Proceso de Manejo de Agua de Producción.	164
CAPÍTULO VII	167
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	167
7.1.- Conclusiones.....	167
7.2.- Recomendaciones.	169
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	170
ANEXOS	173
Anexo N° 1: Filtro Cáscara de Nuez.....	174
Anexo N° 2: Características de un Tanque Desnatador 1/2	175
Anexo N° 3: Características de un Tanque Desnatador 2/2	176
Anexo N° 4: Modelos de Bombas Dosificadoras para Inyección de Química 1/2....	177

Anexo N° 5: Modelos de Bombas Dosificadoras para Inyección de Química 2/2....	178
APENDICES.....	179
Apéndice “A”: Formato de Reporte de Fallas	180
Apéndice “B”: Formato de Registro Histórico de Fallas.....	181
Apéndice “C”: Formato de Orden de Trabajo Preventivo	182
Apéndice “D”: Formato de control de ejecución del Mantenimiento	183
Apéndice “E”: Formato de Procedimiento de Ejecución	184
Apéndice “F”: Formato de Instrucción Técnica.....	185

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página.
Tabla N° 1: Producción Promedio 2015	6
Tabla N° 2 Componentes primarios del agua de Producción.	44
Tabla N° 3: Sub-sistemas del manejo de agua de producción estación Budare 2	58
Tabla N° 4: Operacionalización de las Variables	63
TABLA N° 5: Coordenadas De Budare.....	67
Tabla N° 6: Inventario de equipos asociados al proceso de manejo de agua de producción.....	76
Tabla N° 7: Descripción de equipos inventariados	76
Tabla N° 8: Reporte de Inspección Tanque de lavado	77
Tabla N° 9: Reporte de Inspección Macro Fosa.....	78
Tabla N° 10: Reporte de Inspección Fosa 1	78
Tabla N° 11: Reporte de Inspección Fosa 2.....	79
Tabla N° 12: Reporte de Inspección Tanque rectangular 1	79
Tabla N° 13: Reporte de Inspección tanque rectangular 2	80
Tabla N° 14: Reporte de Inspección sistema de Bombeo	80
Tabla N° 15: Minuta de Reunión con ENT.....	95
Tabla N° 16: AMEF de Equipos de Bombeo	97
Tabla N° 17: AMEF de Equipos de Bombeo 2	98
Tabla N° 18: AMEF de Tanques de Almacenamiento	99
Tabla N° 19: AMEF de Fosas de Decantación	100
Tabla N° 20: Programa de Mantenimiento de Tanque de Almacenamiento de Agua .	127
Tabla N° 21: Programa de Mantenimiento de Tanque de Decantación de Sólidos	128

Tabla N° 22: Programa de Mantenimiento de Bombas Reciprocantes (1/2)	129
Tabla N° 23: Programa de Mantenimiento de Bombas Reciprocantes (2/2)	130
Tabla N° 24: Programa de Mantenimiento de Tanque Desnatador	131
Tabla N° 25: Programa de Mantenimiento de Tanque de Crudo Recuperado	132
Tabla N° 26: Programa de Mantenimiento de Filtro Cáscara de Nuez (1/3).....	133
Tabla N° 27: Programa de Mantenimiento de Filtro Cáscara de Nuez (2/3).....	134
Tabla N° 28: Programa de Mantenimiento de Filtro Cáscara de Nuez (3/3).....	135
Tabla N° 29: Programa de Mantenimiento de Sistema de Inyección de Químico (1/2)	136
Tabla N° 30: Programa de Mantenimiento de Sistema de Inyección de Químico (2/2)	137
Tabla N° 31: Metas Establecidas Para el Control de la Calidad del Agua de Inyección	139
Tabla N° 32: Metas Establecidas Para el Control del Mantenimiento de los Equipos .	139
Tabla N° 33: Metas Establecidas Para el Control del Apoyo Logístico	140
Tabla N° 34: Metas Establecidas Para el Control de los Recursos Económicos.....	140
Tabla N° 35: Descripción de Indicadores de Calidad del Agua a Inyectar (1/2)	142
Tabla N° 36: Descripción de Indicadores de Calidad del Agua a Inyectar (2/2)	143
Tabla N° 37: Descripción de Indicadores de Mantenimiento (1/2).....	144
Tabla N° 38: Descripción de Indicadores de Mantenimiento (2/2).....	145
Tabla N° 39: Descripción de Indicadores del Apoyo Logístico	146
Tabla N° 40: Descripción de Indicadores de Recursos Económicos.....	147
Tabla N° 41: Acciones correctivas para desviaciones de variables (1/2)	149
Tabla N° 42: Acciones correctivas para desviaciones de variables (2/2)	150
Tabla N° 43: Costos de Calidad	165
Tabla N° 44: Costos de NO Calidad	166

ÍNDICE DE FIGURAS.

Contenido	Pagina.
Figura N° 1: Ciclo PDCA (Mejora Continua).....	27
Figura N° 2. Ubicación Del Proyecto San Cristóbal.....	68
Figura N° 3: Equipo natural de Trabajo	75
Figura N° 4: Diagrama Esquemático Budare 2.....	81
Figura N° 5: Diagrama de Ishikawa	90
Figura N° 6: Diagrama de proceso actual.....	108
Figura N° 7: Diagrama de proceso propuesto	109
Figura N° 8: Configuración del Tanque Desnatador	112
Figura N° 9: Estructura interna del Filtro Cáscara de Nuez.....	115
Figura N° 10: Esquema de configuración de la propuesta	123
Figura N° 11: Área propuesta para la ubicación de la planta	125

ÍNDICE DE IMAGENES.

Contenido	Pagina.
Imagen N° 1: Tanque de Lavado de 18 MBL	82
Imagen N° 2: Macro Fosa 64MBLS	83
Imagen N° 3: Fosa 1.....	84
Imagen N° 4: Fosa 2.....	84
Imagen N° 5: Bombas de Transferencia de agua (N° 4)	85
Imagen N° 6: Bombas de Transferencia de agua (N° 5)	85
Imagen N° 7: Tanque Rectangular 1	86
Imagen N° 8: Tanque Rectangular 2	86
Imagen N° 9: Bomba para inyección (N° 1).....	87
Imagen N° 10: Bomba para inyección (N° 2).....	87
Imagen N° 11: Bomba para inyección (N° 3).....	88
Imagen N° 12: Cabezal de descarga de las Bombas de Inyección.	88



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
AREA DE CALIDAD
POSTGRADO SISTEMAS DE LA CALIDAD

**PLAN DE CALIDAD AL PROCESO DE MANEJO DE AGUA DE PRODUCCION,
SEGÚN ISO 10005:05. PETROLERA INDOVENEZOLANA**

Autor: Hairan Lecuna

Asesor: Nancy Fernández

Año: 2016

RESUMEN

La Empresa Mixta Petrolera Indovenzolana S.A., filial de la Corporación Venezolana de Petróleo (PDVSA CVP), tiene como propósito, potenciar la alianza estratégica existente con la República de India en el desarrollo de las actividades de exploración, explotación, manejo y comercialización de crudo y gas natural. Con la intención de mejorar la eficiencia de sus procesos en concordancia con lo establecido por las normas nacionales, la empresa realizó una evaluación general a fin de conocer las condiciones de operación de cada una de las etapas de su proceso productivo; motivo por el cual se fijó como objetivo Principal de esta investigación el elaborar un plan de calidad para el proceso de manejo de agua de producción de la estación budare 2 con la finalidad de mejorar el uso de los equipos empleados para el proceso de inyección. Es de resaltar que a pesar de no ser un proceso comercial o que genere un beneficio económico para la empresa, se hace necesario disponer de forma segura el agua proveniente del proceso de deshidratación de crudo, siendo la mejor alternativa la reinyección a la formación. Para el desarrollo de la investigación y logro de los objetivos planteados fue necesario recurrir a herramientas de ingeniería para la recolección y análisis de información que permitieron evaluar de forma objetiva los datos obtenidos. Budare 2 es una estación de descarga en la que se lleva a cabo el proceso de deshidratación de crudo, almacenamiento-bombeo de petróleo bajo especificaciones técnicas y la disposición del agua de producción, en ese sentido se seleccionó como elemento de estudio a los equipos involucrados en el proceso de manejo y disposición del agua de producción (Inyección). De este modo, se elaboraron propuestas técnicas, que permitirán mejorar las condiciones del proceso, alcanzar la vida útil de los equipos, y crear mecanismos para incrementar la eficiencia del proceso.

Palabras Clave: Agua de producción, Planificación, Calidad.

Línea de Trabajo: Gerencia de la calidad.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, la industria petrolera representa la fuente de ingresos más importantes, ya que genera la tercera parte de la producción interna bruta y aproximadamente un 80% de los productos de exportación. Petróleos de Venezuela S.A (PDVSA) es la empresa pública que se encarga de controlar todo lo referente a la producción y administración de los recursos petrolíferos de la nación. Dentro de la estructura que conforma la industria petrolera encontramos a la Corporación Venezolana de Petróleo (CVP), la cual funciona como una filial de propósitos especiales, que se encarga de controlar y administrar todo lo referente a negocios con otras empresas petroleras de capital nacional o extranjero.

La CVP representa un proyecto de desarrollo que funciona como un brazo ejecutor de PETROLEOS DE VENEZUELA, a fin de impulsar el desarrollo endógeno auto sustentable de Venezuela y en concordancia con el proyecto integral de desarrollo social y económico nacional. Como parte de ese brazo ejecutor la ONGC India en alianza con PDVSA conforman la empresa mixta PETROLERA INDOVENEZOLANA, la cual en afinidad con el plan de acción venezolano, busca darle impulso al crecimiento de la nación.

Hoy en día existen diversos métodos y tecnologías de perforación de yacimientos que permiten establecer nuevos yacimientos petrolíferos y estimulan el incremento de la producción. Sin embargo en todo proceso productivo se generan desechos que requieren ser maniobrados bajo ciertos parámetros para su disposición final. En la industria petrolera, uno de los principales desechos corresponde al agua asociada a la producción, la cual requiere ser dispuesta de forma segura en formaciones geológicas acondicionadas para tal fin.

No obstante el agua a disposición debe contar con ciertas características de calidad antes de su disposición final, a fin de evitar el impacto negativo sobre el medio

ambiente, los pozos inyectoros y los equipos de bombeo, lo cual requiere de un proceso altamente eficiente que permita llevar el fluido a las especificaciones requeridas.

De allí el que el presente trabajo haya tenido como propósito desarrollar un plan de calidad al proceso de manejo de agua de producción en la estación budare 2 del Campo San Cristóbal, perteneciente a Petrolera Indovenzolana, a fin de evaluar los elementos que inciden en el rendimiento de los equipos y establecer un plan integral que represente una mejora a la eficiencia del proceso.

La estructura del trabajo estará organizada tal como se muestra a continuación:

Capítulo I: El Problema, en este capítulo se describe de forma clara y puntual la situación que enmarca el problema de la investigación, se establecen los objetivos de la investigación, se describe la justificación y se define el alcance del proyecto.

Capítulo II: Marco Teórico, comprende las bases teóricas que sustentan la investigación, en este se muestran los antecedentes que fueron tomados para la investigación, así como las bases legales asociadas al tema en investigación.

Capítulo III: Marco Metodológico, Describe de manera lógica y secuencial la forma en que se desarrollara la investigación. Acá se describe el nivel y tipo de investigación, así como la población y muestra que delimitan el contexto de la investigación.

Capítulo IV: Marco Organizacional, Define el contexto organizacional en el que se desarrollara la investigación, para lo que se describirá la Misión, Visión, Objetivos y Políticas de Petrolera Indovenzolana. Finalizando con las referencias bibliográficas tomadas para la elaboración del presente proyecto de investigación.

Capítulo V: Desarrollo y análisis de los resultados, En el se plasma la manera en que se ejecutan cada una de las actividades planteadas para el logro de los objetivos y los

resultados obtenidos. Los resultados se presentan de forma analítica, dejando en claro las causas y consecuencias de su ocurrencia.

Capítulo VI: La propuesta, acá se expresa de forma sistemática el desarrollo de los planteamientos realizados para consolidar las tareas que dan respuesta al objetivo general de la investigación, mediante el desarrollo del plan de la calidad y las acciones para el control y mantenimiento de los elementos propuestos para el proceso en estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Planteamiento del Problema.

La Empresa mixta Petrolera Indovenezolana (**PIV**) es una filial de la Corporación Venezolana de Petróleo (**CVP**), producto de la alianza entre **PETROLEOS DE VENEZUELA (PDVSA)** y **OIL AND NATURAL GAS CORPORATION (ONGC)** India, destinada a desarrollar actividades de exploración, explotación, manejo y comercialización de crudo y gas natural. Su conformación marca un hito histórico para el incremento de la cooperación entre Venezuela y la hermana República de India, lo que favorece al desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco, y fortalece la política de integración pluripolar de la República Bolivariana de Venezuela.

La gerencia técnica de operaciones como punto medular y estratégico para el desarrollo de las actividades dentro de la empresa, realiza sus funciones en torno a asegurar el cumplimiento de los volúmenes de producción en los tiempos pautados, bajo las especificaciones exigidas por los clientes de la organización, orientados hacia la mejora continua del personal y los procesos, promoviendo la armonía con el medio ambiente y el entorno utilizando tecnología de vanguardia.

Con el propósito de cumplir con lo antes descrito, mejorar la eficiencia de sus procesos y cumplir con lo establecido por las normas nacionales e internacionales, se realizaron una serie evaluaciones generales con la intención de conocer las condiciones de operación de cada una de las etapas de su proceso productivo. Durante de desarrollo de estas actividades, un punto focal que se consideró prioritario para la atención fue el

proceso de manejo del agua de producción empleado dentro de la estación Budare 2, agua que es utilizada para ser inyectada a la formación como mecanismo de desecho.

La obtención del agua de producción se inicia desde el momento mismo de la perforación del yacimiento y extracción del hidrocarburo, el cual por condiciones naturales trae asociado consigo una porción de agua libre y otra íntimamente ligada al crudo en forma de emulsión, posteriormente esta mezcla de fluidos pasa por un proceso de deshidratación a través de calentadores y tanques de asentamiento, en los que mediante tratamientos químicos y físicos en conjunto con la diferencia de densidades de los fluidos, se logra la separación del agua y el crudo, sin embargo el agua resultante de este proceso trae consigo una serie de sedimentos, sales minerales, metales pesados, lodos de perforación, aceites e incluso hidrocarburos que deben ser extraídos antes de su disposición.

La estación Budare 2 recibe diariamente la producción proveniente de las diferentes Macollas de su campo operacional ubicado en el bloque Junín, esta tiene como propósito aplicar tratamientos químicos (Desmulsificante), mecánicos (Calentamiento) y físicos (Asentamiento) con el propósito de lograr la deshidratación del crudo y llevarlo a las especificaciones exigidas por sus clientes (**0,8% AyS**). De este proceso de deshidratación se obtiene crudo limpio (bajo especificaciones), que es bombeado hacia la estación Patio Tanques Oriente (**PTO**) para su comercialización. De igual forma, se obtiene agua libre a disposición (Desecho) que debe ser inyectada a los pozos destinados para tal fin, previo a la inyección el agua debe ser manejada de modo eficiente para que sus características físico-químicas sean acondicionadas y que la disposición del agua se realice de modo seguro.

No obstante, el proceso de manejo del agua de producción en la estación Budare 2, no cuenta con los mecanismos eficientes que contribuyan a ejecutar el tratamiento adecuado para la clarificación del agua, la destrucción de agentes bacteriológicos y manejo del crudo presente en el agua de inyección, lo cual puede llegar a generar

anomalías en las condiciones de inyección, generando daños en los equipos de bombeo de manera frecuente. Por lo que se busca realizar un análisis técnico que demuestre las condiciones puntuales de inyección, junto con las características del agua de producción, a fin evaluar los parámetros que definen el proceso y aportar propuestas que permitan tomar acciones correctivas sobre la situación existente.

La estación Budare 2, representa un punto medular en las actividades de producción de PIV, en esta estación se recibe un máximo de 49 MBBD (Mil Barriles Brutos por Día, Petróleo, Agua y sedimentos), según datos suministrados en campo y registrados mediante un contador volumétrico de fluidos (Caudalímetro tipo turbina) (Ver Tabla N° 1), de los cuales entre un 9% y 15,3% de su contenido corresponde a agua y sedimentos (**%A y S**) lo que representa unos picos mínimos y máximos que oscilan entre 3,1 y 5,1 MBD de agua y sedimentos. Quedando reflejado entre 91% y 84,7 % de producción neta de crudo.

Tabla N° 1: Producción Promedio 2015

MES	% AGUA	PROD. NETA (MBD)	PROD. BRUTA (MBD)	PROD. DE AGUA (MBD)
ENERO	12,2	27,6	31,4	3,8
FEBRERO	12,2	26,4	30,0	3,7
MARZO	12,7	27,1	31,1	3,9
ABRIL	12,9	27,5	31,5	4,1
MAYO	12,6	27,7	31,7	4,0
JUNIO	15,3	27,8	32,8	5,0
JULIO	13,8	27,4	31,7	4,4
AGOSTO	15,4	26,9	31,8	4,9
SEPTIEMBRE	11,8	26,7	30,2	3,6
OCTUBRE	10,6	25,5	28,5	3,0
NOVIEMBRE	9,4	25,1	27,7	2,6
DICIEMBRE	11,1	24,8	27,8	3,1
Prom. General	12,5	26,7	30,5	3,8

Fuente: Planificación de Operaciones de Producción. Petrolera Indovenezolana

Existen múltiples factores que ponen entre dicho la eficiencia del proceso, partiendo desde la alimentación del mismo, encontramos que el tanque de lavado (Tanque deshidratador) presente en la estación Budare-2 es una estructura sumamente antigua, con aproximadamente 50 años de uso, la cual ha ido acumulando una gran cantidad de sedimentos en su interior producto de su uso continuo. Esta condición dentro del tanque de lavado disminuye la capacidad del mismo y por ende el tiempo de residencia del fluido es mucho menor, impidiendo que el proceso de deshidratación se realice de manera adecuada.

Esta situación ha provocado que buena parte de la producción de crudo sea drenada en conjunto con el agua libre, haciendo necesaria la utilización de otros mecanismos (Vacuums) para la recuperación de dicha producción, lo cual implica un gasto adicional para la organización y un riesgo para los equipos de bombeo, para el ambiente y el pozo inyector.

Así mismo, es de resaltar que la utilización de fosas en lugar de tanques para el almacenamiento del agua de producción, es un factor que influye enormemente en la calidad del agua a ser inyectada, ya que el fluido almacenado se encuentra expuesto al ambiente y ante cualquier variación climática tales como lluvia, nubes de polvo, fuertes vientos, entre otros, los agentes del entorno pueden llegar a mezclarse con el agua de producción, incrementando la cantidad de sólidos y sedimentos presentes en el fluido. Si a todo esto le sumamos que dentro del proceso no se cuenta con ningún mecanismo filtrante, la situación se agrava un poco más, y es que al no haber filtración del fluido, todos los sedimentos (sólidos disueltos y suspendidos) son manejados por los equipos de bombeo generando fuertes daños de desgaste, erosión, corrosión y otros más dentro de los componentes de las bombas. Y a esto le sumamos el riesgo potencial que representa tener este tipo de fluidos expuestos, para el ambiente y el personal, producto de la formación bacteriológica que esto implica y la posibilidad de derrame de las fosas, las cuales a su vez no poseen muros de contención que garanticen el

resguardo del entorno, representando un foco de contaminación que puede ser activado en cualquier momento.

Por otra parte, las comunidades vecinas se verían sumamente afectadas ante una falla del sistema actual para manejo de agua de producción, y es que el efecto altamente contaminante de este desecho industrial puede causar estragos en la fertilidad de los suelos y la pureza de las aguas de consumo humano y animal, poniendo en riesgo no solo su principal medio de producción económica (agricultura y ganadería), sino también su salud y en casos extremos sus vidas.

Todo lo anteriormente dicho deja en evidencia la gran cantidad de daños potenciales a los que están expuestos los equipos empleados en el proceso, el personal y el medio ambiente, por lo que se pretende desarrollar un plan de la calidad que permita establecer los mecanismos para incrementar la eficiencia del proceso y disponer de forma segura el agua de producción.

En consecuencia a lo antes expuesto surgió la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los requisitos que exige la ISO 10005 para el desarrollo de un plan de calidad al proceso de manejo de agua de producción en Petrolera Indovenezolana? Del mismo modo surgieron otras interrogantes menores que derivan de la interrogante ya expuesta: ¿Cuál es la situación actual del proceso de manejo de agua de producción? ¿Cuáles han sido las causas que han conllevado al estado actual del proceso? ¿Qué se requiere para formular un plan de mejora integral al proceso de manejo de agua de producción? ¿Se cuenta con un sistema de indicadores que permita ejercer control efectivo sobre el proceso?

1.2.- Objetivos de la Investigación

1.2.1.- Objetivo General.

➤ Desarrollar el plan de calidad al proceso de manejo de agua de producción de Petrolera Indovenezolana, Según ISO 10005:2005.

1.2.2.- Objetivos Específicos.

1. Diagnosticar la situación actual del proceso para manejo del agua de producción en la estación Budare-2.
2. Analizar técnicamente las causas que han generado la condición actual del proceso de manejo de agua de producción.
3. Formular plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción.
4. Establecer un sistema de indicadores de desempeño, para el control del proceso de manejo de agua de producción.

1.3.- Justificación e Importancia de la Investigación

El proceso de inyección del agua de producción, requiere de ciertas características en cuanto a configuración de procesos y características del fluido, que permitan garantizar el correcto funcionamiento de los equipos. El establecer la configuración y las estrategias adecuadas para la realización de este proceso, le permitirá a la empresa continuar con sus operaciones sin detener su proceso productivo, además su desarrollo brinda la oportunidad de tener un respaldo técnico aplicable a otras situaciones que se adapten a los planteamientos realizados.

La elaboración y futura implantación de un plan de calidad le permite a la empresa establecer estrategias de acción para la detección y atención de las fallas, trayendo consigo otros beneficios tales como: incrementar la confiabilidad de los procesos, optimizar el funcionamiento de los equipos, facilitar el manejo de las aguas de

producción, aumentar la disponibilidad de equipos en el proceso mediante sistemas de respaldo y planes de contingencia.

De no haber realizado este trabajo la empresa no habría contado con una evaluación técnica inmediata que permitiera detectar los puntos focales de atención y proporcionar alternativas para solventar la problemática existente, retrasándose aun más en la toma de decisiones que puedan conducir hacia la aplicación de acciones correctivas, poniendo en riesgo su proceso productivo y generando grandes daños a los equipos y el ecosistema.

El cumplimiento de las pautas establecidas en las normas y leyes nacionales recae directamente en la conservación ambiental, ya que si se afecta un ecosistema, sea cual sea, los demás pueden verse seriamente perjudicados, poniendo en riesgo la integridad del medio ambiente y la salud de los seres vivos en general. Por lo que este plan de mejora integral contribuirá a establecer medidas en pro de preservar la integridad del medio ambiente, haciendo uso de la planificación de estrategias y mecanismos que permitan resguardar los recursos hídricos y la vegetación, impulsando la protección del medio ambiente.

Por otra parte, la ejecución la investigación servirá como fundamento teórico y punto de partida para futuras investigaciones, siendo fuente de información que permita generar nuevo conocimiento para los próximos investigadores. Aunado a esto, le permitirá a la institución incrementar su prestigio, al demostrar la calidad y el excelente desempeño de los profesionales egresados de sus filas, quedando evidenciado mediante proyectos de investigación innovadores debidamente sustentados.

1.4.- Alcance.

Como parte de una propuesta integral la presente investigación conto con una evaluación general de las condiciones bajo las que se rige el proceso de manejo de agua de producción en la estación Budare 2 y los precedentes que las han originado.

En ese sentido el plan de la calidad estuvo precedido de un análisis de los modos en que puede llegar a fallar el proceso y el impacto que esto puede generar, así se elaboro una propuesta de reestructuración al proceso de manejo de agua junto con un programa de mantenimiento que permita definir las actividades requeridas para el correcto funcionamiento de los equipos que integran el proceso, identificando sus responsables, frecuencia y recursos para su ejecución.

Todo proceso requiere ser evaluado y controlado frecuentemente para mantener sus parámetros de operación dentro de los límites permitidos por las leyes y normas vigentes, por lo que un sistema de indicadores permite tomar acciones oportunas ante la desviación de cualquier parámetro de operación dentro del proceso de manejo de agua de producción.

La elaboración de la presente investigación se encontró limitada al desarrollo de un plan de la calidad para el proceso de manejo de agua de producción de Petrolera Indovenzolana, el cual podrá ser puesto en marcha por la organización cuando esta así lo decida, sin embargo no es competencia de esta investigación su aplicación.

1.5.- Limitaciones.

Para el desarrollo de esta investigación no se tuvieron limitaciones, ya que el investigador poseía libre acceso a la información requerida para su desarrollo.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1.- Consideraciones Generales.

El desarrollo de un marco teórico referencial permite esclarecer la terminología empleada a lo largo de la investigación, así como también sienta las bases para el desarrollo de la misma, ofreciendo la oportunidad a todos los lectores, de obtener nuevos conocimientos y comprender de forma clara y precisa las teorías desarrolladas dentro de la investigación.

Para Palella y Martins (2006), “El marco teórico es el soporte principal del estudio. En él se amplía la descripción del problema pues permite integrar la teoría con la investigación y establecer sus interrelaciones...” (p. 67).

Según lo expresado en la cita anterior se procede a desarrollar el marco teórico de la investigación, enmarcado en la siguiente estructura: Antecedentes de la investigación, artículos arbitrados relacionados al objeto en estudio, bases teóricas que fundamenten la investigación y las bases legales que le dan carácter jurídico y realzan la importancia de esta investigación.

2.2.- Antecedentes de la Investigación.

A través del tiempo se han desarrollado una serie de investigaciones asociadas a planificación de la calidad y otras ligadas al manejo de agua de producción, así como

muchas otras enmarcadas en el área de la calidad y los procesos industriales. Cada una de estas investigaciones constituye en sí misma un antecedente de la presente investigación.

Sabino (2006, citado por Mathison 2015, p. 8) plantea que “Los antecedentes de la investigación hacen referencia a revisión de hechos pasados que permiten situar los análisis de la investigación”. En base a esto se presentaran a continuación las investigaciones consideradas más relevantes que precedieron a la realización del actual estudio.

Pérez (2014) Plan estratégico para la sustentación del crecimiento y aumento de la productividad. Caso de Estudio Encantto. Trabajo especial de grado para optar al Título de Especialista en Gerencia de Proyectos.

La antes citada investigación tuvo como objetivo general el Formular un plan estratégico para la sustentación del crecimiento y el aumento de la productividad de Encantto. El foco de la investigación giro en torno a la resolución de los problemas operativos presentados en la empresa producto de su expansión en el territorio nacional, en líneas generales las causas de dicha problemática se deben a la expansión repentina sin orden ni alineación estratégica, la falta de procedimientos, la falta de evaluación de los proyectos antes de su ejecución generando así insatisfacción, decisiones improvisadas, falta de planificación. Todo esto generaba a la organización altos volúmenes de retrabajo y trabajos innecesarios así como el descontento y desmotivación de sus empleados.

Para el logro del objetivo planteado para esta investigación se planteo la siguiente metodología: en primera instancia se realizo un diagnostico del estado en que se encontraba la empresa para el momento de la investigación, para ello se realizo un análisis de entorno basado en la matriz FODA en el que se evaluaron los aspectos internos y externos de la organización, internamente se evaluó la existencia de

lineamientos estratégicos, la economía de la empresa, capacidad instalada para la producción, conocimiento del personal y la motivación; mientras que externamente se tomo en consideración la competencia y las costumbres de la sociedad.

Una vez realizado el diagnostico se procedió a diseñar el plan estratégico para la organización, para lo cual se definieron los nuevos lineamientos estratégicos que regiría el accionar de la organización, así mismo se planteo el organigrama de la empresa con sus respectivas descripciones funcionales, de este modo se plantearon las ventajas competitivas que se obtendrían con el desarrollo del plan formulado. Finalmente se determino la factibilidad legal y económica del plan formulado para lo cual se realizo una evaluación de los recursos disponibles para la organización interna y externamente que hicieran del plan estratégico una propuesta sustentable adaptada a las leyes vigentes y que a la vez fuera rentable para la empresa.

Entre los principales resultados de la antes mencionada investigación, se obtuvo un plan sustentado por acciones estratégicas para ello se emplearon múltiples herramientas tales como la matriz FODA y la matriz PEYEA, así mismo se diseñaron y aplicaron múltiples instrumentos adaptados a la variable de estudio, entre los cuales destacan las entrevistas estructuradas y cuestionarios de opinión aplicados al personal de la empresa lo cual contribuyo a la obtención de un diagnostico más preciso. En ese sentido se pudieron definir los lineamientos estratégicos organizacionales, tales como misión, visión, objetivos, indicadores y metas, que le darían cuerpo al plan estratégico. Finalmente se pudo realizar un análisis de los factores que impactan en el desarrollo y ejecución de los proyectos llevados a cabo por la empresa Encantto fundamentados en los ámbitos legales y técnicos.

El aporte de este antecedente al presente proyecto de investigación está asociado al uso de las herramientas para el análisis de entorno, así como también las teorías y estrategias empleadas para la formulación de indicadores de desempeño lo cual es de

gran utilidad para el investigador, permitiéndole ampliar conocimientos y evaluar aspectos similares adaptándolos al problema en evaluación.

Figuera (2014) **Plan d la Calidad para el Proceso “Servicio de Atención de Soporte Técnico al Cliente” de la Empresa XPECTRA**, Trabajo de especial de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos.

A fin de dar respuesta a la problemática de dicha investigación se planteo como objetivo principal el diseñar un plan de la calidad para el proceso “Servicio de Atención de Soporte Técnico al Cliente” de la Empresa XPECTRA, el cual encontró justificación producto de la problemática detectada por su investigador al momento de su ejecución, entre los principales aspectos que definen la problemática estudiada se pueden encontrar los múltiples retrasos en los tiempos de respuesta de las solicitudes de soporte técnico, respuestas poco convincentes para los clientes que realizan consultas sobre algún sistema en particular, ausencia de registros que especifiquen los datos de contacto y ubicación de los clientes, así como la fatiga e inconformidad por parte del personal de soporte técnico propio de la empresa.

Para el logro del objetivo planteado en primera instancia se procedió a la revisión y análisis documental en la búsqueda de información técnica que sustentara la investigación, de igual forma se empleo la observación directa para identificar y evaluar los procedimientos internos de la empresa Xpectra, apoyados con entrevistas al personal de la empresa y sus clientes a fin de obtener información de primera mano.

La metodología empleada para el desarrollo y logro de los objetivos específicos que darían respuesta al objetivo general estuvo enmarcada de la siguiente forma: para definir la situación del proceso en estudio fue necesario en primera instancia identificar los procesos involucrados en el diseño y desarrollo de los sistemas informáticos de la empresa, señalando sus tareas medulares y sus características, apoyándose en la elaboración de la matriz FODA para la emisión de un diagnostico certero.

Otro aspecto importante en la metodología empleada fue el uso de la norma ISO 10005:04 e ISO 10002:04 de las cuales se extrajeron los elementos y fundamentos para el diseño efectivo del plan de la calidad para el proceso de Servicio de atención y soporte técnico al cliente. Así mismo para el establecimiento de indicadores de control y seguimiento fue necesario tomar en consideración los objetivos planteados por la organización para el proceso en estudio, pudiendo así dar respuesta mediante la formulación del elemento medible correspondiente a cada objetivo. Finalmente el diseño del plan de la calidad se empleó la guía de fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK del Project Management Institute, siguiendo los fundamentos de la norma ISO 10005:05.

El principal aporte de este antecedente, radica en que le proporcionara al investigador mayor amplitud en la aplicación de la norma ISO 10005:05 en el presente proyecto de investigación, así como también brindara una fuente de apoyo en el proceso de formulación de los indicadores de desempeño para las variables del proceso de manejo del agua de producción dentro de la estación Budare 2.

Armenia (2013) **Plan de mantenimiento para las máquinas herramienta de control numérico de la empresa ENEVAL**. Trabajo especial de grado para optar al título de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad.

La investigación antes citada tuvo como objetivo general el diseñar un plan de mantenimiento para las máquinas herramientas de control numérico de la empresa ENEVAL. La problemática de este antecedente estuvo enmarcada por la inexistencia de programas de mantenimiento preventivo a los equipos de control numérico en la empresa metalmecánica ENEVAL, en la que las labores de mantenimiento eran realizadas de forma reactiva, aplicando únicamente mantenimiento correctivo o de emergencia para la atención de fallas, dejando tiempos muy reducidos para estas actividades, lo que solo permite realizar actividades menores para la puesta en marcha y mantener a los equipos operativos.

Desde el punto de vista metodológico la investigación desarrollada por Armenia durante el proceso de recolección de información se emplearon técnicas como revisión de documentos, observación directa, entrevistas no estructurada y tormenta de ideas. El procesamiento y análisis de los datos recolectados se realizó desde la perspectiva cuantitativa (Matrices de datos) y cualitativa (análisis general no estructurado).

Con el fin de alcanzar el logro del objetivo general se realizó un diagnóstico de la situación del mantenimiento del objeto en estudio para el momento de su evaluación, detectando la inexistencia de inventario de los equipos, trabajos de mantenimiento no estructurados ni programados, para lo cual se empleó la norma COVENIN 2500-93 en sus doce (12) ítems de evaluación. Según los criterios de evaluación se obtuvo que la gestión del mantenimiento estaba a un 21.6% lo cual es una puntuación muy baja para cualquier organización.

El plan de mantenimiento propuesto estuvo basado en el dinamismo, fases de ejecución de mantenimiento, y control post-mantenimiento de los equipos de control numérico de la empresa. En él se definieron las labores de mantenimiento en todos sus niveles (rutinario, Programado, Correctivo, Preventivo). Además este plan proporciona una herramienta que contribuye a mantener la operatividad de los maquinas de control numérico, contribuyendo a la productividad de la empresa.

Como parte del plan de mejora destinado para la presente investigación se pretende realizar un programa de mantenimiento a los equipos asociados al proceso de manejo de agua de producción, este antecedente servirá de aporte a la investigación ya que permitirá fundamentar las teorías y metodologías a emplear en la elaboración de dicho programa.

Lobo (2012) **Mejoras en los procesos productivos de una fábrica de calzados con el uso de las herramientas de la calidad de la escuela japonesa.** Trabajo especial

de grado para optar a la Maestría en Calidad Industrial, de la Universidad Nacional de San Martín-Argentina.

El objetivo general de este antecedente fue aplicar las herramientas de la calidad logrando la mejora, siempre continua de sus niveles de calidad y productividad, a través de un plan que incluya transformaciones de poca inversión en su sistema productivo y actividades exhaustivas de capacitación en todos los niveles operacionales.

La investigación fue desarrollada en Grinlop S.A. una empresa manufacturera de PVC, producto de la detección de graves problemas de calidad en cada uno de sus procesos, sub-procesos e incluso a nivel departamental, producto de la falta de un sistema de gestión y métodos de control ligados al área de la ingeniería de calidad. Además de la carencia de análisis relacionados con la capacitación, motivación y compromiso del personal ligados a una política de trabajo estricta para proveedores y clientes.

Para dar respuesta a la problemática observada para el momento de la investigación, fueron desarrolladas múltiples metodologías haciendo uso de las herramientas de la calidad disponibles para el análisis y resolución de problemas. En primera instancia fue necesario evaluar la estructura jerárquica y organizacional del proceso productivo, para lo cual se diseñó un organigrama vertical para definir con mayor facilidad las jerarquías dentro de la empresa, seguido de una descripción del proceso productivo, la cual fueron empleados diagramas de flujo en conjunto con diagramas de flujo de proceso.

Una vez hecho esto fue necesario jerarquizar las necesidades de la empresa empleando la pirámide de Maslow, en la que se toman en consideración la autorrealización, el reconocimiento, la afiliación, la seguridad y la fisiología. Así mismo se evaluó la productividad, la capacidad instalada y los indicadores para medir la capacidad productiva de la organización. Para la detección de problemas de la calidad organizacional se empleó el gráfico de Pareto, en conjunto con el diagrama de espina de pescado (Causa-Efecto).

Entre los principales resultados obtenidos la obtención de un sistema de gestión de la calidad enmarcado por los siguientes elementos: Manual de la Calidad, Descripción de los Procesos, aplicación de las herramientas japonesas (5S, Kanban, Andon, Matriz G.U.T y Kaizen) y las políticas de calidad.

El uso de herramientas como el diagrama causa-efecto, las teorías de Edwards Deming, y el establecimiento de un sistema de indicadores constituyen el principal aporte de este antecedente para la presente investigación, ya que estos constituyen elementos que serán empleados por el investigador y desarrollados en pro de alcanzar el logro de los objetivos planteados.

Díaz (2008) **Plan de la Calidad para mejora del desarrollo de software**. Trabajo especial de grado para optar al título de Especialista en Sistemas de la Calidad.

El objetivo general de este antecedente consistió en proponer un plan de la calidad para mejora del desarrollo de software enfocado en la adecuada optimización de sus procesos y en el cumplimiento de los niveles de madurez del modelo CMMI.

La problemática que dió origen a dicha investigación surge debido al crecimiento continuo en la complejidad del software, lo cual genera entornos y clientes cada vez más exigentes en materia de calidad, cumplimiento de objetivos funcionales y económicos. En ese sentido la necesidad de que la mejora continúa de los procesos vayan de la mano con la capacidad y la madurez de la organización, lo que le permitirá definir la calidad total empresarial, dando pie a la conformación de un conjunto de tareas, métodos y procedimientos que servirían como modelo directriz en el proceso de desarrollo de software.

El desarrollo metodológico de la investigación estuvo definido por la aplicación de una serie de instrumentos tales como revisión de fuentes bibliográficas, el fichaje de libros y artículos, con los cuales se pudo recolectar datos de interés que proporcionaron al

investigador conocimientos técnicos y operativos para la estructuración del plan de la calidad. En primera instancia se recopiló información referente a Plan de la Calidad, y Sistemas de Gestión de la Calidad, principalmente en la familia de Normas ISO. Así mismo se indagó en otras organizaciones tecnológicas a fin de evaluar las teorías del modelo CMMI que ya habían sido implementadas.

Al evaluar los componentes del modelo CMMI se pudo determinar que las necesidades de mejora en las organizaciones destinadas al desarrollo de software están orientadas a la elaboración de un plan de la calidad que les permita establecer objetivos y prioridades en la mejora de los procesos, asegurar la estabilidad y madurez de los procesos con la capacidad requerida, así como también permite conformar una metodología de evaluación para determinar el estado de los esfuerzos de mejora.

Por otra parte se empleó la norma ISO 10005:05 para describir los elementos necesarios para formular y desarrollar el Plan de la calidad para mejorar el desarrollo de software tomando en consideración el nivel de madurez organizacional según el modelo CMMI

Este antecedente representa un aporte importante a la investigación, debido a que en sí mismo representa una guía para la estructuración y desarrollo del plan de la calidad, a fin de dar respuesta a los objetivos planteados en este proyecto en el capítulo anterior.

2.3.- Artículos Arbitrados.

Rivero y Luna (2008) **Plan estratégico para el mejoramiento continuo de la gestión de la calidad de un producto de una empresa de bebidas.** Universidad, Ciencia y Tecnología (Volumen 12, N° 48, pp 183-190).

Este artículo plantea el diseño de plan estratégico que permita mejorar la calidad de un producto de consumo masivo, basado en “el modelo integral de dirección

estratégica de Fred David”, la “Trilogía de Juran” y el “Ciclo PDCA según Falconi” el eje central que dio vida a la problemática de esa investigación fue la pérdida de productividad en una empresa de fabricación de productos de consumo masivo, la cual se traduce en la razón de minutos de parada y los minutos productivos (Según el indicador plasmado en el artículo).

El aporte de este artículo para la presente investigación radica en las herramientas empleadas para el análisis de la problemática (Diagrama causa-efecto) y así como es el uso del ciclo de la mejora continua para la planeación de estrategias que den respuesta a la problemática, y que podrán ser empleadas y adaptadas al objeto en estudio de este proyecto investigativo.

2.4.- Bases Teóricas.

Pallela y Martins (2006) “...Los fundamentos teóricos van a permitir presentar una serie de aspectos que constituyen un cuerpo unitario por medio del cual se sistematizan, clasifican y relacionan entre sí los fenómenos particulares estudiados”

Siguiendo el planteamiento antes citado, se presenta una ampliación teórica de cada uno de los aspectos técnicos concernientes al problema planteado para el caso en estudio.

2.4.1.- Calidad.

La calidad se refiere a la capacidad que posee un objeto para satisfacer necesidades implícitas o explícitas, un cumplimiento de requisitos, está relacionada con las percepciones de cada individuo para comparar una cosa con cualquier otra de su misma especie, y diversos factores como la cultura, el producto o servicio, las necesidades y las expectativas influyen directamente en él.

Los avances de la calidad nos permiten afirmar que esta se trata de las especificaciones necesarias para lograr la adecuación de algún elemento al uso que se le quiera dar. Para la filosofía Japonesa la calidad representa uniformidad de los valores alrededor de algún objeto en estudio.

Para Escalante (2012, p 18) existen dos (02) definiciones de Calidad, una clásica y otra moderna

...La definición “clásica” de la calidad no promueve explícitamente el mejoramiento continuo. Al expresar que la calidad es solamente cumplir con las especificaciones, se limita a estar dentro de la tolerancia sin estar necesariamente cerca o en el valor objetivo... La definición “moderna” de la calidad no se basa en el cumplimiento de las especificaciones solamente, sino en la reducción incesante de la variación para tratar de estar lo más cerca del objetivo. Es decir, busca de manera permanente el mejoramiento continuo...

Para el desarrollo de esta investigación es imprescindible destacar una serie de conceptos ligados a la calidad, que serán desarrollados de forma sistemática

2.4.2.- Normas ISO.

La Organización Internacional de Normalización o ISO, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación (tanto de productos como de servicios), comercio y comunicación para todas las ramas industriales. Su función principal es la de buscar la estandarización de normas de productos y seguridad para las empresas u organizaciones (públicas o privadas) a nivel internacional.

La ISO es una red de los institutos de normas nacionales de 163 países, sobre la base de un miembro por país, con una Secretaría Central en Ginebra (Suiza) que coordina el sistema. Las normas desarrolladas por ISO son voluntarias, comprendiendo que ISO es

un organismo no gubernamental y no depende de ningún otro organismo internacional, por lo tanto, no tiene autoridad para imponer sus normas a ningún país.

Las normas ISO 9000 son un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO), que se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Estas normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas para su implantación como los métodos de auditoría. Así mismo esta familia de normas especifica la manera en que una organización debe operar sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio

El beneficio principal de las normas ISO 9000 radica en que permite entender las operaciones de una organización desde el punto de vista del cliente e identificar oportunidades para el mejoramiento de los procesos. Todo esto con el objetivo de promover el comercio de productos y servicios a nivel mundial.

2.4.3.- Principios de la Calidad.

La excelencia es el estandarte de las organizaciones de calidad en el mundo moderno, sin embargo alcanzar la anhelada excelencia requiere grandes controles y una dirección bien enfocada al logro de sus objetivos que opere de forma sistemática y transparente.

Los principios de la calidad representan los pilares fundamentales de cualquier sistema de gestión de la calidad, sin importar su naturaleza, el cumplimiento de estos principios equivale al cumplimiento de cualquier sistema de gestión.

La Norma ISO 9000:05 identifica ocho (08) principios de la gestión de la calidad, presentados de forma sistemática, a fin de brindar a la alta dirección de las

organizaciones la oportunidad de conducir las efectivamente hacia la mejora del su desempeño.

Enfoque al cliente: Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.

Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.

Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Enfoque de sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Mejora continua: La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.

Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la información.

Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear.

2.4.4.- Filosofía de Deming.

William Edwards Deming, también conocido como el padre de la calidad en Japon, fue uno de los precursores de la concepción de la calidad en ese país. Según Deming el 85% de los problemas están asociados con la administración, por lo que aquellos que están a cargo de la toma de decisiones son los únicos que pueden mejorar el sistema. La filosofía de calidad de Deming se consolida en 14 puntos dirigidos a la alta dirección de las organizaciones.

Escalante (2012, pp 23-25) enuncia los aspectos de la calidad que dan vida al la filosofía de Edwards Deming:

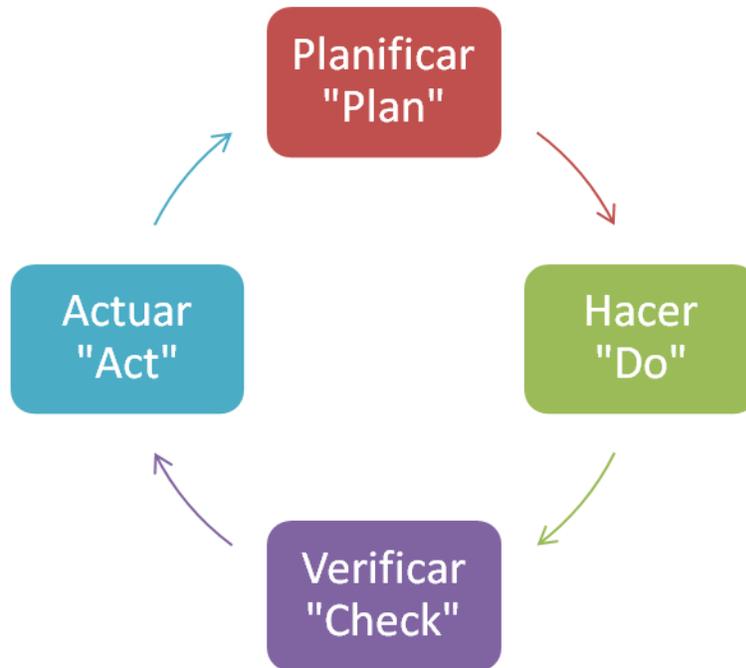
1. **Tener el propósito de mejorar productos y servicios:** Es indispensable tener el propósito de mejorar los productos y los servicios que la compañía ofrece, como basa para la permanencia de la empresa tanto en el presente como en el futuro, además de promover el crecimiento y la creación de empleos.
2. **Cambiar la Filosofía de trabajo:** Es importante terminar una vez con la producción de artículos defectuosos, con la mediocridad y elevar los estándares de puntualidad y servicio.
3. **Dejar de depender de la inspección:** La inspección al 100% al final de la línea de producción es costosa, tardía e ineficiente. Es preferible producir con calidad en el proceso para evitar defectos.
4. **Obtener ganancias basándose en calidad:** Es necesario evitar la manipulación de precios. Conviene más minimizar el costo total. Se debe depender de un producto confiable, no de precios bajos basándose en mala calidad. Deming recomienda disminuir el número de proveedores apoyándose en la calidad de su producto y comprar materia prima de calidad. El énfasis en calidad incrementara las ventas.
5. **Mejora continuamente el proceso y los servicios en la compañía:** Es muy recomendable usar herramientas estadísticas para identificar causas comunes y causas especiales, reducir el desperdicio y mejorar en todas las áreas de la empresa.
6. **Practicar el entrenamiento en el puesto:** Las herramientas estadísticas ayudan a identificar las necesidades de capacitación del personal. Identifican operarios fuera de control a los cuales se deberá entrenar en su trabajo o reubicar.
7. **Practicar la supervisión efectiva, guía, apoyo y confianza:** La supervisión debe modernizarse. Es importante escuchar y tomar acciones inmediatas con respecto a problemas señalados tanto por el operario como por el supervisor a la administración.
8. **Eliminar el miedo:** La administración deberá crear un ambiente libre de temor. El trabajador debe poder reportar problemas o preguntar sin temor a represalias. Es relevante que se otorgue seguridad al trabajador con respecto a su empleo.
9. **Fomentar la unión entre departamentos:** Es necesario fomentar la unidad por medio del trabajo en equipo. La calidad es el objetivo común, se requiere formar equipos de trabajo interdepartamentales.
10. **No poner lemas o metas de productividad:** En lugar de poner lemas o metas de productividad, es preferible decirles a los trabajadores como hacer las cosas y evitar así la animosidad y baja calidad.

11. **No poner estándares de trabajo con cuotas numéricas:** Es necesario mejorar la supervisión y enfatizar la calidad en lugar de poner cuotas de artículos defectuosos y desperdiciados.
12. **Reconocer la labor individual (obreros, empleados y directivos):** el reconocimiento a la labor individual facilitara que los trabajadores hagan su labor.
13. **Instituir un programa de capacitación:** Es muy importante que se lleve a cabo un programa de educación en calidad y entrenamiento en control estadístico de procesos a todos los niveles de la organización.
14. **Impulsar diariamente los 13 puntos anteriores:** Es vital desarrollar la infraestructura necesaria para poder impulsar diariamente todos los elementos de este programa.

Por otra parte Deming presentó el ciclo PDCA, a los años 50 en Japón, aunque señaló que el creador de este concepto fue W.A.Shewart, por lo que también se le denomina “Ciclo de Shewart” o “Ciclo de Deming” indistintamente. En Japón el ciclo PDCA ha sido utilizado desde su inicio como una metodología de mejora continua y se aplica a todo tipo de situaciones.

El nombre del Ciclo PDCA (o PHVA) viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés “Plan, Do, Check, Act”. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua. El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones.

Figura N° 1: Ciclo PDCA (Mejora Continua)



Fuente: Lecuna H (2015)

Planificar: En este paso se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías mejores a las que se están usando ahora.

Hacer: Luego de planificar se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.

Controlar o Verificar: Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.

Actuar: Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla.

Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar. Este proceso será de gran utilidad para el desarrollo del presente proyecto, ya que la planificación es el primer paso para la obtención de la calidad y a partir del plan formulado se desencadenan el resto de estrategias para la mejora de los procesos.

2.4.5.- Planificación de la Calidad.

Milano y Jiménez (2005) “Planificar es un proceso dirigido a producir un determinado estado futuro al cual se desea llegar y que no se pueden conseguir a menos que previamente se emprendan las acciones precisas y adecuadas...” (p, 40)

Según los autores antes citados, planificar requiere de:

- Que se tomen decisiones anticipadamente, determinando lo que se hará antes de que llegue el momento de la ejecución.
- Un cabal conocimiento de la organización o unidad responsable de la ejecución y adecuada comunicación y coordinación entre los distintos niveles.
- Que exista una dirección que guíe el cambio de situaciones y tome decisiones mediante un proceso continuo y sistemático de análisis y discusión, que permita orientar los recursos disponibles hacia el logro de los objetivos de la organización.
- Un análisis permanente, tanto del ambiente interno como del medio externo de la organización, para adaptarla a situaciones futuras.

Así mismo la Norma ISO 10005:05 establece que “...los planes de la calidad proporcionan un medio de relacionar requisitos específicos del proceso, producto o contrato con los métodos y prácticas de trabajo que apoyan la realización de un producto...”

En ese sentido el Plan de la calidad es un documento que especifica cuales procesos, procedimientos y recursos se aplicaran, por quien y cuando, para dar cumplimiento a los requisitos de un proyecto, producto o proceso en específico.

2.4.6.- Desarrollo de un Plan de la Calidad.

Elaborar un plan de la calidad implica un procedimiento sistemático definido por cuatro (04) pasos bien estructurados.

1. Identificación de la necesidad de un plan de la calidad: La organización debería identificar que necesidades podría tener de planes de la calidad. Puede haber o no necesidades de un plan de la calidad para un caso específico. Una organización con un sistema de gestión ya establecido puede ser capaz de satisfacer sus necesidades de planes de calidad bajo su sistema existente, pudiendo decidir que es necesario preparar planes de la calidad por separado.

2. Entradas para el plan de la calidad: Una vez que la organización ha decidido desarrollar un plan de la calidad, debería identificar las entradas para la preparación del plan, tales como: requisitos el plan específico, los requisitos del plan de la calidad, los requisitos del sistema de gestión de la organización, evaluación de riesgo, disponibilidad de recursos, necesidades de los responsables de las actividades del plan entre otros.

3. Alcance del plan de la calidad: La organización debería determinar que será cubierto por el plan de la calidad y que esta o será cubierto por otros documentos, evitando la duplicidad innecesaria de información. El alcance dependerá de factores como los procesos y características de calidad particulares al caso específico, los requisitos de los clientes y demás partes interesadas para la inclusión de procesos no particulares al caso particular y el grado en el cual el plan de la calidad está apoyado por un sistema de gestión de la calidad. Puede haber beneficios en la revisión del alcance del plan de la calidad con el cliente y otras partes interesadas para facilitar su uso, seguimiento y medición.

4. Preparación del plan de la calidad: Esta etapa consta de cinco pasos.

- **Iniciación:** La persona responsable de la preparación del plan de la calidad debería ser claramente identificada. El plan de la calidad debería ser preparado con la participación del personal involucrado en cada caso específico, dentro y fuera de la organización. Cuando se prepare un plan de la calidad, las actividades de gestión de la calidad aplicables a cada caso deberían ser definidas y donde sea necesario, documentadas.}
- **Documentación del plan de la calidad:** El plan de la calidad debería indicar como van a llevarse a cabo las actividades requeridas, ya sea directamente o por referencia a los procedimientos documentados u otro documento. Gran Parte de la documentación genérica necesaria puede ya estar contenida en la documentación del sistema de gestión de la calidad, incluyendo su manual de la calidad y procedimientos documentados. Puede ser necesario que esta documentación sea seleccionada, adaptada y/o complementada. Además el plan de la calidad debería mostrar cómo se aplican los procedimientos documentados genéricos de la organización o en su defecto como se modifican.
- **Responsabilidades:** Al preparar el plan de la calidad, la organización debería acordar y definir las funciones, responsabilidades y obligaciones respectivas tanto en el interior de la organización como con el cliente, las autoridades reglamentarias y otras partes interesadas. Quienes administran el plan de la

calidad deberían asegurarse de que las personas a las que hace referencia son consistentes con los objetivos de la calidad y de cualquier asunto de la calidad o controles específicos requeridos por el plan de la calidad.

- **Coherencia y Compatibilidad:** El contenido y formato del plan de la calidad debería ser coherente con el alcance, los elementos de entrada del plan y las necesidades de los usuarios previstos. EL nivel de detalle debería ser coherente con cualquier requisito acordado con el cliente, el método de operación de la organización y la complejidad de las actividades a ser desempeñadas.
- **Presentación y estructura:** La presentación de plan de la calidad puede tener diversas formas, tales como una simple descripción textual, una tabla, una matriz de documentos, un mapa de procesos, un diagrama de flujo de trabajo o un manual.

El plan de la calidad puede dividirse en varios documentos, donde cada uno de estos representa a su vez un plan para un aspecto distinto. El control de las interfaces entre los diferentes documentos necesita estar claramente definido.

2.4.7.- Contenido del Plan de la Calidad.

1. Generalidades.

El Plan de la calidad para un caso específico debería cubrir los temas que se examinan a continuación según sea apropiado. Algunos de los temas de esta orientación pueden no ser aplicables, tales como aquellos donde no este involucrado el diseño y desarrollo.

2. Alcance.

El alcance debería estar expresado claramente en el plan de la calidad. Esto debe incluir:

- Una declaración simple del propósito y el resultado esperado del caso específico;

- Los aspectos del caso específico al cual se aplicara, incluyendo las limitaciones particulares a su aplicabilidad;
- Las condiciones de su validez (por ejemplo dimensiones, intervalo de temperatura, condiciones de mercado, disponibilidad de recursos o estado de certificación de los sistemas de gestión de la calidad).

3. Elementos de entrada del plan de la calidad.

Puede ser necesario hacer una lista o describir los elementos de entrada del plan de la calidad con el objeto de facilitar, por ejemplo:

- Que los usuarios del plan de la calidad puedan hacer referencia a los documentos de entrada.
- La verificación de la coherencia con los documentos de entrada durante el mantenimiento del plan de la calidad.
- La identificación de aquellos cambios en los documentos de entrada que pudieran necesitar una revisión del plan de la calidad.

4. Objetivos de la calidad.

El plan de la calidad debería declarar los objetivos de la calidad para el caso específico y como se van a lograr. Los objetivos de la calidad pueden ser establecidos en relación con:

- Las características de la calidad para el caso específico.
- Cuestiones importantes para la satisfacción del cliente o de las otras partes interesadas, y
- Oportunidades para la mejora de las prácticas de trabajo.

Estos objetivos de la calidad deberían ser expresados en términos medibles.

5. Responsabilidades de la dirección.

El plan de la calidad debería identificar a los individuos de la organización que, para el caso específico, son responsables de lo siguiente:

- Asegurarse de que las actividades requeridas para el sistema de gestión de la calidad o el contrato sean planificadas, implementadas y controladas, y se de seguimiento a su proceso.
- Determinar la secuencia y la interacción de los procesos pertinentes al caso específico.
- Comunicar los requisitos a todos los departamentos y funciones, subcontratistas y clientes afectados, y de resolver problemas que surjan en las interfases entre dichos grupos.
- Revisar los resultados de cualquier auditoria desarrollada.
- Autorizar peticiones para exenciones de los requisitos del sistema de gestión de la calidad de la organización.
- Controlar las acciones correctivas y preventivas.
- Revisar y autorizar cambios o desviaciones del plan de la calidad.

Los canales de comunicación de aquellos involucrados en la implantación del plan de la calidad pueden ser presentados en forma de diagrama de flujo.

6. Control de documentos y datos.

Para documentos y datos aplicables al caso específico, el plan de la calidad debería indicar:

- Como serán identificados los documentos y datos.
- Por quien serán revisados y aprobados los documentos y datos.
- A quien se le distribuirán los documentos, o se le notificara su disponibilidad.
- Como se puede obtener acceso a los documentos y datos.

7. Control de los registros.

El plan de la calidad debería declarar que registros deberían establecerse y como se mantendrán. Dichos registros podrían incluir registros de revisión del diseño, registros de inspección y ensayo/prueba, mediciones de proceso, ordenes de trabajo, dibujos, actas de reuniones. Los asuntos a ser considerados incluyen los siguientes:

- Como, donde, y por cuánto tiempo se guardan los registros.
- Cuáles son los requisitos contractuales, legales y reglamentarios y como se van a satisfacer.
- En que medio se guardarán los registros (Tal como papel o medios electrónicos)
- Como se definirán y cumplirán los requisitos de legibilidad, almacenamiento, recuperación, disposición y confidencialidad.
- Que métodos se utilizarán para asegurarse de que los registros están disponibles cuando sea requerido.
- Que registros se proporcionaran al cliente, cuando y porque medios.
- Donde sea aplicable, en que idioma se proporcionaran los registros de texto
- La eliminación de registros.

8. Recursos.

Provisión de Recursos.

El plan de la calidad debería definir el tipo y cantidad de recursos necesarios para la ejecución exitosa del plan. Estos recursos pueden incluir materiales, recursos humanos, infraestructura y ambiente de trabajo. Cuando un recurso particular tiene disponibilidad limitada, el plan de la calidad puede necesitar identificar como se va a satisfacer la demanda de varios productos, proyectos, procesos o contratos concurrentes.

Materiales.

Cuando hay características específicas para materiales requeridos (materias primas y/o componentes), deberán declararse o hacer referencia en el plan de la calidad a las especificaciones o normas con las cuales los materiales tienen que ser conformes.

Recursos humanos.

El plan de la calidad debería especificar, donde sea necesario, las competencias particulares requeridas para las funciones y actividades definidas dentro del caso específico. El plan de la calidad debería definir cualquier formación específica u otras acciones requeridas en relación con el personal.

Esto debería incluir:

- La necesidad de nuevo personal y de su formación.
- La formación del personal existente en métodos de operación nuevos o revisarlos.

También debería considerarse la necesidad o la capacidad de aplicación de estrategias de desarrollo en grupo y motivación.

Infraestructura y ambiente de trabajo.

El plan de de la calidad debería indicar los requisitos particulares del caso específico con respecto a la instalación para la fabricación o el servicio, espacio de trabajo, herramientas y equipo, tecnología de información y comunicación, servicios de apoyo y equipo de transporte necesarios para su terminación con éxito.

Donde el ambiente de trabajo tiene un defecto directo sobre la calidad del producto o proceso, el plan de la calidad puede necesitar especificar las características ambientales particulares, tales como:

- El contenido de partículas suspendidas en el aire para una sala limpia.
- La protección de los dispositivos sensibles electrostáticamente.
- La protección contra daños biológicos.
- El perfil de temperatura de un horno.
- La luz ambiental y la ventilación.

9. Requisitos

El plan de la calidad debería incluir o hacer referencia a los requisitos a ser cumplidos para el caso específico. Puede incluirse una perspectiva general sencilla de los requisitos para ayudar a los usuarios a entender el contexto de su trabajo, por ejemplo el bosquejo de un proyecto. En otros casos, puede ser necesaria una lista exhaustiva de requisitos, desarrollada a partir de los documentos de entrada.

Además el plan debería indicar cuándo, cómo y por quien serán revisados los requisitos especificados para el caso en estudio. El plan de la calidad también debería indicar como se registrarán los resultados de esta revisión y como se resolverán los conflictos o ambigüedades en los requisitos.

10. Comunicación con el cliente.

El plan de la calidad debería indicar lo siguiente:

- Quien es el responsable de la comunicación con el cliente en casos particulares.
- Los medios a utilizar para la comunicación con el cliente.
- Cuando corresponda, las vías de comunicación y los puntos de contacto para clientes o funciones específicos.

- Los registros a conservar de la comunicación con el cliente.
- El proceso a seguir cuando se reciba una felicitación o queja de un cliente.

11. Diseño y desarrollo.

Proceso de diseño y desarrollo.

El plan de la calidad debería incluir o hacer referencia al plan o planes para el diseño y desarrollo. Conforme sea apropiado, el plan de la calidad debería tener en cuenta los códigos aplicables, normas, especificaciones, características de la calidad y requisitos reglamentarios. Debería identificar los criterios por los cuales deberían aceptarse los elementos de entrada y los resultados del diseño y desarrollo, y como, en que etapa y por quien deberían revisarse, verificarse y validarse los resultados.

El diseño y desarrollo es un proceso complejo y debería buscarse una orientación en fuentes apropiadas, incluyendo los procedimientos de diseño y desarrollo de la organización.

Control de cambios del diseño y desarrollo.

El plan de la calidad debería indicar lo siguiente:

- Como se controlaran las solicitudes de cambios al diseño y desarrollo.
- Quien está autorizado para iniciar la solicitud de cambio.
- Como se revisaran los cambios en términos de su impacto.
- Quien está autorizado para probar o rechazar cambios y
- Como se verificara la implementación de los cambios.

En algunos casos puede no haber requisito para el diseño y desarrollo. Sin embargo, aun puede existir una necesidad de gestionar los cambios a los diseños existentes.

12. Compras

El plan de la calidad debería definir lo siguiente:

- Las características de los productos comprados que afecten a la calidad del producto de la organización.
- Como se van a comunicar esas características a los proveedores, para permitir el control adecuado a lo largo de todo el ciclo de vida del producto o servicio.
- Los métodos a utilizar para evaluar, seleccionar y controlar a los proveedores.
- Donde sea apropiado, los requisitos para los planes de la calidad del proveedor y otros planes y su referencia.
- Los métodos a utilizar para satisfacer los requisitos, pertinentes de aseguramiento de la calidad, incluyendo los requisitos legales y reglamentarios, que apliquen a los productos comprados.
- Como pretende verificar la organización, la conformidad del producto comprado respecto a los requisitos especificados.
- Las instalaciones y servicios requeridos que serán contratados externamente.

13. Producción y prestación del servicio.

La producción y prestación de servicios conjuntamente con los procesos pertinentes de seguimiento y medición, comúnmente forman la parte principal de la calidad. Los procesos involucrados variaran, dependiendo de la naturaleza del trabajo. La interrelación entre los diversos procesos involucrados se puede expresar eficazmente a través de la preparación de mapas de procesos o diagramas de flujo.

Puede ser necesario verificar los procesos de producción y servicios para asegurarse de que son capaces de producir los resultados requeridos, dicha verificación debería llevarse a cabo siempre si el resultado de un proceso no puede ser verificado por un seguimiento o medición subsiguiente.

El plan de la calidad debería identificar los elementos de entrada, las actividades de realización y los resultados requeridos para llevar a cabo la producción y la prestación del servicio.

Cuando la instalación o la puesta en servicio sean un requisito, el plan de la calidad debería indicar como será instalado el producto y que características tienen que ser verificadas y validadas en ese momento. Cuando el caso específico incluya actividades posteriores a la entrega, el plan debería indicar como pretende la organización asegurar la conformidad con los requisitos aplicables, tales como:

- Los estatutos y reglamentos.
- Los códigos y prácticas industriales.
- La competencia del personal, incluyendo personal de formación.
- La disponibilidad de apoyo técnico inicial y continuo durante el periodo de tiempo acordado.

14. Identificación y Trazabilidad.

Donde se apropiado la identificación del producto, el plan de la calidad debería definir los métodos a utilizar. Cuando la trazabilidad sea un requisito, el plan de la calidad debería definir su alcance y extensión, incluyendo como serán identificados los productos afectados.

El plan de la calidad debería indicar:

- Como se van a identificar los requisitos de trazabilidad, contractuales, legales y reglamentarios y como se van a incorporar los documentos de trabajo.
- Que registros se van a generar respecto a dichos requisitos de trazabilidad y como se van a controlar y distribuir.
- Los requisitos y métodos específicos para la identificación del estado de inspección y de ensayo/prueba de los productos.

15. Propiedad del cliente.

El plan de la calidad debería indicar:

- Como se van a identificar y controlar los productos proporcionados por el cliente.
- Los métodos a utilizar para verificar que los productos proporcionados por el cliente cumplen los requisitos especificados.
- Como se controlaran los productos no conformes proporcionados por el cliente.
- Como se controlara el producto dañado, perdido o inadecuado.

16. Preservación del producto.

El plan de la calidad debería indicar:

- Los requisitos para la manipulación, almacenamiento, embalaje y entrega, y como se van a cumplir estos requisitos.
- Como se entregara el producto en el sitio especificado, de forma tal que asegure que sus características requeridas no se degraden.

17. Control del producto no conforme.

El plan de la calidad debería definir cómo se va a identificar y controlar el producto no conforme para prevenir un uso inadecuado, hasta que se complete una eliminación apropiada o una aceptación por concesión. El plan de la calidad podría necesitar definir limitaciones específicas, tales como el grado o tipo de reproceso o reparación permitida y como se autorizara el mencionado reproceso o reparación.

18. Seguimiento y medición.

Los procesos de seguimiento y medición proporcionan los medios por los cuales se obtendrá la evidencia objetiva de la conformidad. En algunos casos, los clientes solicitan la presentación de los planes de seguimiento y medición solos, sin otra

información del plan de la calidad como una base para dar seguimiento a la conformidad con los requisitos especificados.

El plan de la calidad debería definir lo siguiente:

- El seguimiento y medición a ser aplicado a procesos y productos.
- Las etapas en las cuales deberían aplicarse.
- Las características de la calidad a las que se va a hacer seguimiento y medición en cada etapa.
- Los procedimientos y criterios de aceptación a ser usados.
- Cualquier procedimiento de control estadístico del proceso a ser aplicado.
- Donde, cuando y como la organización pretende, o el cliente o las auditorías legales o reglamentarias se requiera utilizar tareas partes para desarrollar inspecciones o ensayos/pruebas.
- Los criterios para la liberación del producto.

El plan de la calidad debería identificar los controles a utilizar para el equipo de seguimiento y medición que se pretende usar para el caso específico, incluyendo su estado de confirmación de la calibración.

19. Auditoría.

Las auditorías pueden utilizarse para varios propósitos, tales como:

- Dar seguimiento a la implementación y eficacia de los planes de la calidad.
- Dar seguimiento y verificar la conformidad con los requisitos especificados.
- La vigilancia de los proveedores de la organización.
- Proporcionar una evaluación objetiva independiente, cuando se requiera, para cumplir las necesidades de los clientes y otras partes interesadas.

El plan de la calidad debería identificar las auditorías a ser llevadas a cabo para cada caso específico, la naturaleza y extensión de dichas auditorías y como deberían utilizarse los resultados de las auditorías.

2.4.8.- Aguas de Producción.

Son las extraídas en conjunto con el hidrocarburo, en las operaciones de Producción de un yacimiento, separadas en superficie mediante el proceso de deshidratación. Presentan composición físico-química variable, incluyendo sales, metales pesados, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos disueltos.

2.4.9.- Origen del Agua de Producción.

Partiendo de la definición misma de los hidrocarburos, donde se expresa que son sustancias orgánicas de origen natural, compuesto por una mezcla de carbono e hidrogeno, producto de la descomposición de plantas y animales marinos, y que dependiendo de la presión y la temperatura se puede encontrar en estado sólido líquido o gaseoso, podemos decir que los hidrocarburos se encuentran íntimamente ligados al agua, debido a que el principal escenario para la formación del crudo se encuentra en el fondo de los cuerpos de agua. Por lo general para que un cuerpo de agua sea capaz de albergar cantidades significativas y rentables de petróleo, se debe tratar de corrientes marinas (agua salada), o corrientes subterráneas provenientes del mar.

El lugar de origen de los hidrocarburos es denominado roca madre, donde la cantidad de crudo formado es sumamente pequeña en comparación con el tamaño de la roca, como todo fluido el petróleo y el gas formados en la roca madre buscan migrar, pasando a través de los poros llenos de agua de otras rocas (rocas portadoras), a todo este proceso se le llama migración primaria. A partir de este punto se inicia la migración

secundaria que no es más que el flujo de hidrocarburos a través de la corriente portadora hasta llegar al punto de concentración y acumulación (Trampas).

Debido a las condiciones particulares de impermeabilidad y confinamiento que poseen las trampas, se hace posible la acumulación progresiva de hidrocarburos provenientes de las redes de agua en las rocas portadoras, creando grandes reservorios altamente rentables para la explotación. Al conjunto formado por la roca madre, las rocas portadoras y la trampa se le denomina yacimiento.

Todo yacimiento tiene tres (3) características que lo identifica como tal, en primer lugar se encuentra la medida de sus poros (porosidad), mientras más alta sea la porosidad, mayor será la cantidad de hidrocarburos que podrá contener un yacimiento. Otra característica es la saturación, que permite medir la cantidad de agua, petróleo y gas presente en los poros, y finalmente la tercera propiedad no es más que la capacidad que tenga los fluidos de avanzar a través del yacimiento, a lo que se le conoce como permeabilidad.

Considerando la concepción anterior es de notar que los procesos de producción siempre traen asociados agua, gas y petróleo, sin embargo la producción requiere que estos elementos puedan fluir hasta la superficie donde serán procesados separados y transportados. En un principio las cantidades de agua asociadas al crudo son muy pequeñas, pero a medida que la producción avanza disminuye la presión del yacimiento afectando a los pozos productores. Esto genera un movimiento interno que perturba el contacto entre el petróleo y agua.

Considerando que la variación en la presión fuese lo suficientemente pequeña como para esperar el ascenso del petróleo hacia la superficie a una velocidad uniforme, se mantendría el equilibrio del yacimiento. Sin embargo la vertiginosa marcha de la economía del país obliga a incrementar en gran medida los niveles de producción, lo

cual afecta el movimiento de los fluidos, cambiando constantemente el contacto agua-petróleo.

A medida que avanzan los procesos de extracción, el agua que se mueve dentro del yacimiento ira saliendo en la producción. En el caso de que no se cuente con los equipos para el tratamiento de esta mezcla y el resto de los pozos productores no cubren las expectativas de la demanda, entonces será necesaria la instalación de equipos para la separación total del petróleo y el agua, para así poder emplear esta última en la reinyección al yacimiento y así poder compensar los descensos de presión generados durante la extracción.

2.4.10.- Componentes del Agua de Producción.

Los componentes y propiedades que normalmente se miden en el laboratorio son los siguientes:

Tabla N° 2 Componentes primarios del agua de Producción.

Cationes	Aniones	Otras
Calcio (Ca ⁺⁺)	Cloruro (Cl ⁻)	PH
Magnesio (Mg ⁺⁺)	Carbonato(CO ₃ ⁻)	Sólidos en suspensión
Sodio (Na ⁺)	Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	Turbiez
Hierro (Fe ⁺⁺⁺)	Sulfato (SO ₄ ⁻)	Temperatura
Bario(Ba ⁺⁺)		Peso específico
Estroncio (Sr ⁺⁺⁺)		Oxígeno disuelto
Radio(Ra ⁺⁺⁺)		Anhídrido carbónico disuelto
		H ₂ S
		Contenido de petróleo

Fuente: Guía para tratamiento de aguas de producción, PDVSA

NOTA: se acostumbra a medir la concentración de sólidos disueltos totales, que es equivalente a la suma de las concentraciones de todos los iones individuales.

- **Calcio:** los iones de calcio son componentes principales de las salmueras en los yacimientos petrolíferos, estos se combinan fácilmente con bicarbonatos, carbonatos y sulfatos para formar precipitados insolubles.
- **Magnesio:** solo se presenta en bajas concentraciones, normalmente se encuentra como un componente de la incrustación del carbonato de calcio.
- **Sodio:** es el cation más abundante en las salmueras de yacimientos petrolíferos (mas de 35,000 PPM) su principal daño es que vuelve al agua no apta para el consumo humano y causa grandes daños a la vida vegetal.
- **Hierro:** su concentración natural es sumamente baja, cuando se encuentra presente, es un símbolo de la corrosión. Al combinarse con los sulfatos y materiales orgánicos, se forma un lodo de hierro y ante la presencia de ácidos es vulnerable a formar lodos.
- **Bario:** aun en cantidades muy pequeñas puede causar grandes problemas, debido a que es uno de los metales más pesados y por ende tiende a ser toxico para los seres humanos. Este metal se queda en la superficie por mucho tiempo y tiende a concentrarse en la población marina.
- **Estroncio y radio:** estos elementos pueden ser radioactivos y pueden concentrarse en moluscos como las ostras, pueden llegar a formar costras pero por lo general se encuentran como trazas en productos de calcio.
- **Cloruros:** son uno de los componentes principales de las salmueras. Son altamente corrosivos, además el contenido de cloruro es por lo general muy elevado como para su potabilización. Y en ocasiones es suficiente como para matar gran parte de la vegetación.
- **Carbonatos y bicarbonatos:** pueden formar costras insolubles.
- **Sulfatos:** son la fuente alimenticia de las bacterias reductoras de sulfatos, lo cual puede llevar a la formación de H₂S en el yacimiento.

- **PH:** es una medida de la acides o alcalinidad de un elemento, la tendencia a formar costras es proporcional a los niveles de pH, este es importante en el efecto del agua sobre la vegetación y los animales. Se considera neutro a todos los elementos con un pH de valor 7, con un variación de 6.5 a 7.5 para las aguas neutrales. Cualquier variación fuera de estos parámetros contribuye a la mortandad de la fauna marina y la vegetación en general.
- **Sólidos en suspensión:** es la cantidad de sólidos que pueden separarse por un filtrado, según esta cantidad se calcula la tendencia de taponamiento de los sistemas de inyección. Para su retención, se usa en su mayoría filtros con poros de 0.45 μ (Micras) de diámetro.
- **Sólidos disueltos:** no es más que el resultado de la evaporación o la suma de los aniones y cationes del análisis
- **Contenido de petróleo:** es la cantidad de petróleo disperso en el agua producida. Es necesario ser removido, debido a que posee alta toxicidad, reduce la aeración del agua, su sabor y olor, afectando a las redes fluviales y la vegetación

2.4.11.- Disposición del Agua de Producción.

Hoy en día existen múltiples métodos mediante los cuales se puede disponer del agua salada producida durante la extracción de hidrocarburos, a fin de evitar los grandes daños ambientales que se han venido causando a través de los años.

Uno de los métodos empleados es la descarga controlada a la superficie donde el agua producida es utilizada para rociar los caminos a fin de controlar el polvo, aunque también es usada en otras partes del mundo durante el invierno, para que con su salinidad derrita las capas de hielo en las carreteras. Por otra parte la descarga controlada en aguas dulces superficiales se realiza cuando se lleva un seguimiento de las condiciones de uso del agua en la zona, y cuando existe un control sobre la cantidad total de sales disueltas en el fluido. Un proceso bastante económico

es puesto en práctica en las zonas áridas, donde el agua es colocada en grandes fosas con la intención que se evapore, de esta manera las sales y los sólidos quedan retenidos en la fosa y eventualmente deberán ser retirados y desechados. Este proceso recibe el nombre de evaporación.

Existen otros mecanismos de disposición del agua de producción, estos son los mecanismos de inyección, en el caso de los pozos poco profundos el procedimiento de inyección pone en riesgo de contaminación las capas freáticas poco profundas y el agua potable subterránea, y a medida que disminuya la profundidad de la inyección el riesgo es mayor. Cuando la inyección se realiza en pozos profundos los riesgos de contaminación son muy pocos, por lo que se ha venido utilizando por varios años en muchas partes del mundo.

Finalmente se encuentra el método de inyección para recuperación secundaria, en el que los fluidos son reinyectados para mantener la presión dentro del yacimiento y así apoyar la recuperación adicional de petróleo. En este caso es necesario contar con una serie de procedimientos correctivos, que permitan demostrar que los métodos de inyección evitan daños adicionales al ambiente y que existen más opciones para la corrección de problemas que daños causados.

En muchos yacimientos se inyecta agua de forma intencional como parte de un proceso de recuperación secundaria, en donde se inyecta directamente a la capa freática del yacimiento para mantener la presión general del depósito. En forma general con este método se pueden alcanzar niveles de recuperación de hasta un 40%. Para este proceso el agua se inyecta mediante pozos ubicados entre los pozos productores, de esta manera el agua mantiene la presión y barre el petróleo de los poros del yacimiento hacia el pozo. Debido a los volúmenes que son necesarios para alcanzar un nivel de producción rentable se producen grandes cantidades de agua en el pozo productor que por lo general son reinyectados al yacimiento.

Dependiendo de las condiciones de cada pozos variara la proporción del agua inyectada, en lugares donde la inyección es aislada y se inyectan grandes volúmenes la relación pudiera ser de 50:1 es decir 50 barriles de agua producida por cada barril de petróleo extraído, mientras que en lugares donde la inyección resulte costosa y limitada pudiera existir una relación de 3:1 ó 2:1.

En general todos los pozos producen agua, solo que su cantidad varia desde porciones muy pequeñas inicialmente hasta varias veces el volumen de petróleo en etapas posteriores.

2.4.12.- Plantas de Inyección de Agua Salada y Sus Componentes Principales (PIAS).

Son instalaciones ubicadas cerca de las estaciones de descarga o de flujo, cuya función es almacenar el agua proveniente del proceso de deshidratación de crudo en las estaciones, para posteriormente inyectarlas en los pozos activos que ya no son productores y han sido convertidos a pozos inyectores. Las PIAS pueden ser utilizadas como plantas de transferencia o como planta de inyección.

En esta última se inyecta agua salada a los pozos mientras que en la de transferencia tiene la función de recibir el agua proveniente de una o mas estaciones y transferirla hasta otras plantas de inyección. Una planta de inyección típica en PDVSA consta de dos tanques comunicados entre si mediante un sistema de puentes, líneas de flujo, válvulas, dispositivos de control y sistema de bombeo. El primer tanque se utiliza para la decantación de sólidos y el segundo tanque es empleado para alimentar la succión de la bomba. En las plantas de transferencia solo se dispone de un tanque.

Los principales componentes de una planta de inyección de agua salada son los siguientes:

Tanques de Recibo y de Despacho.

El tanque de recibo es utilizado para realizar la separación física del agua, con una respectiva concentración de crudo y partículas sólidas suspendidas. Por su parte el tanque de despacho almacena el agua clarificada para su posterior inyección.

Sistema de Bombeo.

Está conformado por una o más bombas, es empleado para enviar el agua ya clarificada hacia el pozo de inyección. Este sistema debe contar con las facilidades en cuanto a líneas y control de flujo para el manejo del agua salada dentro de la estación y conducirla hasta el pozo inyector.

Línea de Alimentación.

Por esta línea se conduce el agua salada proveniente de los tanques de lavado luego del proceso de deshidratación de crudo, hasta el tanque de recibo.

Línea de Succión.

Permite extraer el agua contenida en los tanques mediante el uso de bombas y ser enviada hasta la línea de descarga.

Línea de Descarga.

Es utilizada para conducir e inyectar el agua salada a hacia los pozos inyectores.

Línea de Reboce.

Esta línea se encuentra ubicada en la parte superior de los tanques, y permite descargar el agua hacia las fosas de emergencia cuando los tanques se encuentran llenos, lo cual sucede cuando la producción de agua salada es elevada.

Línea de Toma de Vacuums.

Por esta línea también se puede extraer el agua contenida en los tanques por medio de equipos Vacuums.

2.4.13.- Proceso Estándar de Funcionamiento de las PIAS.

Separación Primaria.

Este proceso ocurre en un tanque convencional, manteniendo el fluido durante un tiempo de residencia, permitiendo que este decante gran parte de los sólidos en suspensión antes de continuar con el proceso.

Tratamiento Químico.

Algunas de las plantas de Inyección de Agua Salada, al igual que las estaciones de tratamiento, aplican productos químicos anti-incrustantes y anticorrosivos, los cuales son inyectados directamente en la línea de flujo para evitar el efecto taponante y corrosivo del agua salada. Entre los productos químicos mas utilizados tenemos:

- **Biocida:** Empleados para eliminar las bacterias sulfato-reductoras presentes en el agua, las cuales contribuyen a producir corrosión en el sistema.
- **Anti-incrustantes:** Evita la formación de incrustaciones producto de la presencia de sólidos suspendidos.

- **Secuestrantes de oxígeno:** Son sustancias químicas utilizadas para reducir el nivel de oxígeno en el agua, disminuyendo su poder corrosivo.

Almacenamiento.

Este proceso se lleva a cabo en el tanque de recibo, permite decantar las partículas sólidas presentes en el agua que no fueron retenidas en la separación primaria, para extraerlas antes de pasar al tanque de despacho.

Bombeo.

En esta etapa del proceso se toma el agua resultante del proceso de tratamiento para ser bombeada e inyectada a presión en los pozos destinados para tal fin.

2.5.- Bases Legales

El desarrollo de la investigación fue regida por un conjunto de leyes, decretos y reglamentos de la República Bolivariana de Venezuela, que le otorgan carácter jurídico al tema en estudio.

En ese sentido Pérez (2009, citado por Mathison 2015, p 35) define las bases legales como "...el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, etc., que establecen el basamento jurídico sobre el cual se sustenta la investigación"

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Siendo la carta magna que rige el actuar legal de nuestro país, en la gaceta oficial N° 5453 del año 2000 establece lo siguiente:

Art. 117:Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen; a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos.

Art. 299: El régimen socioeconómico de la República Bolivariana de Venezuela se fundamenta en los principios de justicia social, democracia, eficiencia, libre competencia, protección del ambiente, productividad y solidaridad, a los fines de asegurar el desarrollo humano integral y una existencia digna y provechosa..., El estado conjuntamente con la iniciativa privada, promoverá el desarrollo armónico de la economía nacional, elevar el nivel de vida de la la población y fortalecer la soberanía económica del país..., para lograrla justa distribución de la riqueza mediante una planificación estratégica democrática, participativa y de consulta abierta.

Ley Orgánica de la Planificación Pública y Popular

Esta ley brinda las directrices jurídicas asociadas al ámbito de la planificación estratégica nacional, promoviendo una visión amplia y clara para la planificación de las entidades públicas, tal como se muestra a continuación:

Art. 5: Planificación “Proceso de formulación de planes y proyectos con vista a su ejecución racional y sistemática, en el marco de un sistema orgánico nacional, que permita la coordinación, cooperación, seguimiento y evaluación de las acciones planificadas, de conformidad con el proyecto nacional plasmado en la Constitución de la República y el Plan de de Desarrollo Económico y Social de la Nación...

Ley del sistema Venezolano para la Calidad

Esta ley establece las definiciones y principios de calidad que poseen carácter legal en el país. En gaceta oficial N° 37.555 de fecha 23 de octubre de 2002, en su Título 1,

disposiciones Generales, capítulo I del objeto y ámbito de las definiciones, establece lo siguiente:

Artículo 1: Esta ley tiene por objeto desarrollar los principios orientadores que en materia de calidad consagra la constitución de la república Bolivariana de Venezuela, determinar sus bases políticas y diseñar el marco legal que regule el Sistema Nacional para la Calidad. Así mismo, establecer los mecanismos necesarios que permitan garantizar los derechos de las personas a disponer de bienes y servicios de calidad en el país, a través de los subsistemas de Normalización, Metrología, Acreditación, Certificación y Reglamentaciones Técnicas y Ensayos.

Artículo 4: ... A los efectos de la presente ley y su reglamento se reconocen las definiciones establecidas en las Normas Venezolanas COVENIN, las normas de la Organización Internacional para la Normalización (ISO) y la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML) en vigencia, así como las aprobadas en los tratados, acuerdos, pactos y convenios internacionales suscritos y ratificados por la República Bolivariana de Venezuela...

Artículo 6: Las personas naturales o Jurídicas, públicas o privadas, están obligadas a proporcionar bienes y prestar servicios de calidad. Estos bienes y servicios deberán cumplir con las reglamentaciones técnicas que a tal efecto se citen.

En el caso de que dichos bienes o servicios estén basados en normas, según lo establecido en esta ley, para el ámbito de desarrollo voluntario de sistemas de la calidad, las no conformidades de cumplimiento con dichas normas se podrán dirimir o decidir a través de fórmulas basadas en los procedimientos de evaluación de la conformidad entre las partes involucradas.

Artículo 12: las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que suministren bienes o presten servicios, deberán indicar por escrito las características de calidad de los mismos y serán responsables de garantizarlas, a fin de demostrar el cumplimiento de dichas características ante cualquier usuario o consumidor, sin menoscabo de lo establecido por otros organismos públicos en esta materia. Así mismo, deberán establecer fórmulas expeditas para dilucidar, hasta su total solución, las quejas y reclamos de los usuarios o consumidores.

Reglamento general de los estudios de Postgrado UCAB

Como requisito parcial para la obtención del título de Especialista de Sistema de la Calidad queda establecido en el reglamento interno de los estudios de postgrado de la

UCAB el desarrollo de un trabajo especial de grado establece en su capítulo III, De los estudios conducentes a títulos académicos sección primera de la especialización, menciona:

Artículo 33°, Numeral 3: Para obtener el título de Especialista se requiere:...Elaborar un trabajo especial de grado en un lapso no mayor de cuatro (04) años a partir de la fecha de iniciados los estudios en el respectivo programa, con un valor de nueve (09) unidades crédito para régimen semestral o de doce (12) unidades crédito para el régimen trimestral.

Artículo 69°.- El trabajo especial de grado de Especialista se concibe como el resultado de una actividad de adiestramiento o de investigación que demuestre el manejo instrumental de los conocimientos obtenidos por el aspirante en cualquiera de las asignaturas del programa correspondiente; consiste en una investigación eminentemente aplicada de carácter monográfico.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO.

3.1.- Tipo de Investigación.

Para establecer el tipo de investigación fue necesario definir la orientación de la investigación y conocer el contexto en que será recolectada la información, motivo por lo que se consideró que el tipo de investigación para el presente trabajo de investigación es de tipo **DESCRIPTIVA**, debido a que a través de ella se busco obtener mejoras significativas en el desempeño del proceso en estudio, así como también se pretende describir de forma lógica y secuencial cada uno de los factores involucrados en el estudio.

En este sentido, Balestrini (2006) expresa que:

Son aquellas investigaciones que destacan en el contenido de sus objetivos, la descripción de las características de una determinada comunidad o situación, denominados estudios descriptivos, que requerirán un esquema de investigación con o sin hipótesis iniciales relativas a la naturaleza del hecho estudiado, que de cuenta con gran precisión de los resultados obtenidos, minimizando las inclinaciones y aumentando el grado de fiabilidad. (P. 6)

3.2.- Diseño de la Investigación.

El diseño de la investigación se refiere a las diferentes estrategias empleadas con la intención de dar respuesta a una problemática, dificultad o inconveniente planteado para un estudio en un momento determinado, por lo que se considero que esta investigación corresponde a los diseños **Documental** y de **Campo**, esto debido a que gran parte de la información tuvo que ser recabada directamente en el área donde se presenta la problemática, sin embargo fue necesaria la búsqueda de información técnica validada que sirviera de respaldo para emitir un diagnostico certero y poder establecer propuestas valederas.

Con respecto a la investigación de campo Palella y Martins (2006), nos dicen lo siguiente: “Consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables. Estudia fenómenos sociales en su ambiente natural”. (Pág. 97).

Sobre la investigación documental, Arias (1997). Señala que “Es aquella en que se basa la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos” (Pág. 47).

3.3.- Unidad de Análisis.

Tomando como punto de partida lo indicado por Balestrini, (2002), quien establece lo siguiente de las unidades de análisis:

...sujetos u objetos a ser estudiados y medidos, por cuanto, necesariamente los elementos de la población no tienen que estar referidos única y exclusivamente a individuos... en función de la delimitación del problema y

de los objetivos de la investigación. Estas unidades de análisis son parte constitutiva de la población... (p. 137)

Los casos o elementos de estudio también conocidos como unidades de análisis corresponden directamente a las gerencias de Operaciones de Producción, Mantenimiento industrial e Ingeniería de Procesos de Superficie y sus departamentos asociados, pertenecientes a la Empresa Mixta Petrolera Indovenzolana, ya que para la recolección de información fue indispensable el accionar integrado de estas gerencias, lo que permitió dar una respuesta satisfactoria a la problemática en estudio por esta investigación.

3.4.- Población de Estudio.

Se estableció que la población para esta investigación seleccionada para esta investigación estaría compuesta por los sub-sistemas que integran el sistema de manejo del agua de producción dentro de la estación Budare 2 perteneciente a Petrolera INDOVENEZOLANA. S.A. (Ver Tabla N° 3).

Balestrini (2002) expresa lo siguiente “Una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación” (P. 137).

Tabla N° 3: Sub-sistemas del manejo de agua de producción estación Budare 2

Sistema	Sub-Sistema
Manejo de agua de producción	Decantación de sólidos
	Transferencia de fluido
	Almacenamiento
	Inyección

Fuente: Lecuna H (2015)

3.5.- Muestra de Estudio.

Es una parte representativa de una población, o sea un número de elementos seleccionados cada uno de los cuales es un universo en sí mismo, el patrón de comportamiento de la muestra permite validar y emitir conclusiones referentes a la población en general.

Hernández (1994), nos dice que “la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido al que llamamos población” (P. 212).

No obstante Palella y Martins (2006) establecen lo siguiente referente a la muestra:

Cuando se propone un estudio, el investigador tiene dos opciones: abarcar la totalidad de la población, lo que significa hacer un censo o estudio del tipo censal o seleccionar un número determinado de unidades de la población, es decir determinar una muestra. Salvo en el caso de poblaciones pequeñas...

Además Arias (2006) indica que “Si la población, por el número de unidades que lo integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra” (p. 83)

En tal sentido y basado en lo antes expresado se estableció que para esta investigación la muestra seleccionada es igual a la población, ya que se trata de una población accesible para el desarrollo del tema en estudio.

3.6.- Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Información.

Las técnicas de recopilación de información y los instrumentos de recolección de datos son herramientas las cuales permiten al investigador recabar toda la información necesaria para realizar la investigación.

Con respecto a las técnicas, Arias (2004) señala, “se entenderá por técnica, procedimientos o forma particular de obtener datos o información” (p.65).

Revisión bibliográfica

Se recurrió a los archivos de la empresa con la intención de recabar información técnica que sirviera como punto de partida para el desarrollo de la investigación, de igual forma se hizo uso de libros de texto, leyes, normas y demás documentación que hiciera referencia a los procesos de manejo del agua de producción, con la intención de explicar detalladamente las características y funcionamiento tanto del proceso actual como de las propuestas a desarrollar.

Observación directa

Es un tipo de técnica vital en el desarrollo de la investigación, que permite realizar juicios de valor y análisis críticos de manera objetiva, consiste en el uso sistemático de

nuestros sentidos y engranarlos con el conocimiento técnico adquirido con la intención de captar la realidad de los hechos para luego plasmarlos y expresarlos de forma técnica clara y concreta de manera que sea entendible a cualquier lector.

Durante el desarrollo de esta investigación se realizaron múltiples visitas a la estación de flujo Budare 2, para de este modo apreciar las condiciones de operación en cada una de las etapas del proceso de manejo del agua de producción y poder así transmitir de forma objetiva las condiciones bajo las que se lleva a cabo el proceso.

Entrevistas

La entrevista es un tipo de técnica que permite obtener datos mediante el dialogo que se realiza entre dos personas cara a cara, esta se realiza con la intención de obtener información que sea manejada por el entrevistado y desconocida por el entrevistador.

Durante la ejecución del proyecto se realizaron entrevistas no estructuradas, al personal técnico de operaciones y mantenimiento tales como Ingenieros, Supervisores, Operadores y Mecánicos, los cuales están en contacto directo con el proceso diariamente y su conocimiento adquirido a través de la experiencia fue de gran utilidad para la investigación obteniendo valiosa información.

El fichaje

Es un tipo de técnica que se usa para registrar los datos más resaltantes que se obtienen mediante la revisión bibliográfica, y demás fuentes de información a lo largo del desarrollo de una investigación. Esta técnica permite recoger la información necesaria para el desarrollo continuo ordenado y lógico de las ideas.

Para ello se usaron formatos previamente estructurados, lo que permitió recolectar la información necesaria para la ejecución del proyecto, tal es el caso de formatos de inspección, fichas técnicas, encuestas entre otros.

3.7.- Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.

Una vez recolectada la información y habiendo dispuesto de todos los datos necesarios para la estructuración de los resultados, fue necesario seguir una serie de etapas que permitieran interpretar, discutir y analizar dicha información.

Según Arias (2006) al referirnos a las técnicas de procesamiento y análisis de datos, podemos decir que son:

...las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan: clasificación, registro, tabulación y codificación si fuere el caso. En el análisis de datos se definirán las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis-síntesis) o estadísticas (descriptivas o inferenciales), que serán empleadas para descifrar lo que revelan los datos recolectados. (p. 111)

En esta investigación la técnica empleada para la interpretación de la información recabada durante su desarrollo fueron técnicas de análisis cualitativo, en las que se pueda interpretar de forma lógica y sistemática el contenido de la información y datos analizados.

Para ello Rojas (2010) expresa que:

El análisis cualitativo no debe verse como una fase final que ocurre una vez obtenido los datos, sino como un proceso continuo que comienza cuando el investigador se plantea las primeras interrogantes. Es, además una actividad muy personal y creativa. Por esta razón es difícil explicitarla en pasos rígidos previamente establecidos. (p.145)

3.8.- Fases de la Investigación.

El desarrollo sistemático de la investigación fue desarrollado por fases, en consonancia con lo establecido en el capítulo 1, de este modo se busco dar cumplimiento al objetivo general del caso en estudio.

A fin de desarrollar el plan de calidad al proceso de manejo de agua de producción según ISO 10005:05 para Petrolera Indovenezolana, se realizo la división del proyecto en cuatro (04) fases, las cuales se indican a continuación:

- FASE 1: Diagnostico de la situación actual del proceso para manejo del agua de producción en la estación Budare-2.
- FASE 2: Realizar un análisis técnico las causas que han generado la condición actual del proceso de manejo de agua de producción.
- FASE 3: Formulación del plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción.
- FASE 4: diseño y formulación del sistema de indicadores de desempeño, para el control del proceso de manejo de agua de producción.

3.9.- Operacionalización de las Variables.

Parella y Martins (2006) nos dicen con respecto a la definición operacional u operacionalizacion de las variables lo siguiente: "...pretende identificar los elementos y datos empíricos que expresen y especifiquen el fenómeno en cuestión. La variable se define en términos de las acciones que sirven para medirla. Indica que hacer para que cualquier investigador pueda observar el fenómeno" (p. 79)

En resumen la operacionalizacion de variables es un procedimiento sistemático que permite determinar cada uno de los elementos que caracterizan o tipifican las variables

de cualquier investigación, con el propósito de hacerlas medibles con mayor precisión y facilidad, lo cual le brinda más confianza sobre los resultados obtenidos en la investigación. (Ver tabla N° 4)

Tabla N° 4: Operacionalización de las Variables

Desarrollar el plan de calidad al proceso de manejo de agua de producción según ISO 10005:05.					
Petrolera Indovenezolana					
Objetivos Específicos	Variables	Definición	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Fuentes de Información
Diagnosticar la situación actual del proceso para manejo del agua de producción en la estación Budare-2	Situación actual del proceso para manejo del agua de producción	Evaluación documental y presencial del proceso de manejo de agua de producción en cuanto a eficiencia y eficacia.	Volumen de agua procesada. Volumen de agua tratada. Volumen de agua inyectada. Cantidad de reparaciones a equipos mecánicos.	Técnicas: Revisión y Análisis Documental Entrevista no estructurada Observación directa no estructurada. Instrumentos: Plantillas y Documentos de revisión documental en formatos electrónicos. Guía de Entrevista. Cuaderno de Notas, Cuadros de trabajo, Tablas. Computador portátil.	Personal técnico especializado Investigaciones anteriores. Manual de operación de plantas de tratamiento de agua. Manual de operación de la estación. Legislación Vigente. Normas PDVSA
Analizar técnicamente las causas que han generado la condición actual del proceso de manejo de agua de producción.	Causas que han generado la condición actual del proceso	Elementos del entorno organizacional que han originado la condición actual del proceso de manejo de agua de producción.	Frecuencia de Mantenimiento, Planificación de actividades. Calificación técnica del personal.		

Formular plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción.	Plan de la calidad. Programa de mantenimiento de equipos.	Identificación y formulación de los aspectos que se deben integrar a la planificación de la calidad del proceso y el mantenimiento de sus componentes.	Grado de cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 1005:05	Técnicas: Revisión y Análisis Documental Entrevista no estructurada Observación directa no estructurada. Instrumentos: Plantillas y Documentos de revisión documental en formatos electrónicos. Guía de Entrevista. Cuaderno de Notas, Cuadros de trabajo, Tablas. Computador portátil.	Personal técnico especializado. Investigaciones anteriores. Manual de operación de plantas de tratamiento de agua. Manual de operación de la estación. Legislación Vigente. Normas PDVSA
Establecer sistema de indicadores de desempeño, para el control del proceso de manejo de agua de producción.	Sistema de indicadores de desempeño, para el control del proceso de manejo de agua de producción	Elementos y variables operacionales que deben ser medidas y controladas para la correcta operación de los equipos y la eficiencia del proceso.	Niveles de líquido. Presiones. Temperaturas. N° de fallas. Tiempo medio entre fallas. Cantidades de fallas.		

Fuente: Lecuna H (2015)

3.10.- Consideraciones Éticas.

El desarrollo de esta investigación fue ejecutado siguiendo las siguientes consideraciones éticas:

- Propiedad Intelectual: La revisión documental necesaria para el desarrollo de esta investigación, se realizó respetando la propiedad intelectual y derechos de autor de quienes generaron la información. Para ello se hace referencia a cada una de las fuentes citadas y consultadas para el desarrollo de la investigación.
- Confidencialidad: Los datos e información recabada dentro de Petrolera Indovenezolana, fueron analizados y procesados, respetando los canales de comunicación, acceso y divulgación de la empresa.
- Legalidad: El desarrollo de la investigación se hizo bajo el cumplimiento de las leyes y reglamentos de la República Bolivariana de Venezuela, establecidos en su constitución y demás leyes vigentes.
- Profesionalismo: El código de ética establecido por el Colegio de Ingenieros de Venezuela será el patrón a seguir para llevar a cabo la investigación con la prestancia y profesionalismo que amerita.

CAPÍTULO IV

MARCO ORGANIZACIONAL.

4.1.- Descripción de la Empresa.

Empresa Mixta Petrolera Indovenezolana S.A. (PDVSA Venezuela-ONGC India). Petróleos de Venezuela (PDVSA), a través de su filial Corporación Venezolana de Petróleo (CVP), y la trasnacional de la India ONGC Videsh Ltd (OVL) constituyeron la empresa mixta Petrolera Indovenezolana S.A. (PIV), para las actividades primarias industriales relacionadas a crudos y gas natural.

La Empresa Mixta Petrolera Indovenezolana S.A., filial de la Corporación Venezolana de Petróleo (**PDVSA CVP**), fue constituida el 8 de abril de 2008, mediante un acuerdo emanado de la Asamblea Nacional de la República de Venezuela, con el objeto de potenciar la alianza estratégica existente con la hermana República de India.

Su objetivo es desarrollar actividades de exploración y extracción de petróleo crudo y gas natural asociado, así como su recolección, transporte y almacenamiento. La conformación de Petrolera Indovenezolana S.A. marca un hito histórico para el incremento de la cooperación entre Venezuela y la India, favorece el desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco, y fortalece la política de integración pluripolar de la República Bolivariana de Venezuela.

4.2.- Ubicación geográfica y áreas de influencia

El desarrollo de las actividades administrativas de la organización dentro del Estado Anzoátegui tiene lugar en la Avenida Jesús Subero Centro Comercial San Remo Mall, Oficinas de la Petrolera Indovenezolana Piso 2.

La empresa realiza sus actividades primarias en el campo San Cristóbal situada al norte de la Faja petrolífera del Orinoco, y se encarga de la exploración, extracción, recolección, transporte y almacenamiento de crudo y gas natural.

La Faja Petrolífera del Orinoco, se ubica en el centro este venezolano, cuenta con una de las mayores reservas de crudo del mundo y el campo San Cristóbal, zona a la que circunscribe el convenio entre ambos países, tiene una superficie de 160,18 km², en la jurisdicción de los municipios Francisco de Miranda y José Gregorio Monagas del Estado Anzoátegui y el municipio Santa María de Ipire en Guarico.

El Campo San Cristóbal se encuentra ubicado en el flanco Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela, en la parte media central de la Faja Petrolífera del Orinoco y tiene una superficie aproximada de 1.672 km.².

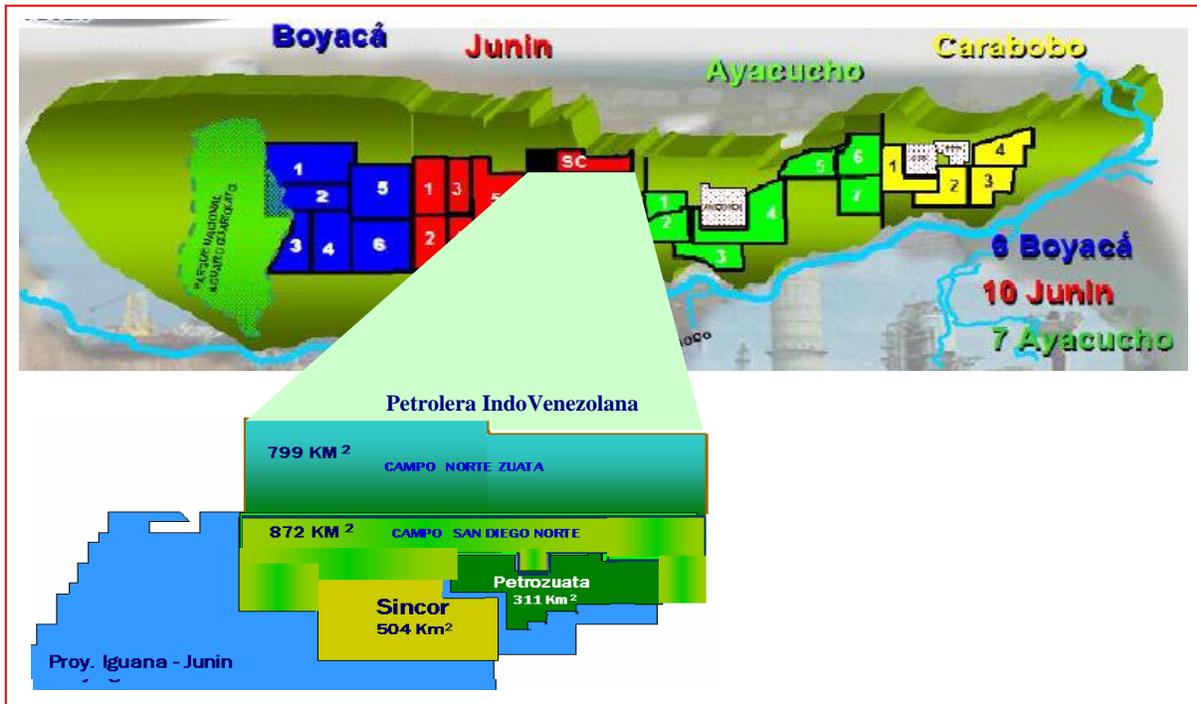
Las coordenadas en superficie de la estación Budare 2 son las siguientes:

TABLA Nº 5: Coordenadas De Budare

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	NORTE (m)	ESTE(m)	LATITUD	LONGITUD
BUED-2	978.567	304.045	8°50' 54''	64° 46' 54''

Fuente: Archivos de la Gerencia de Operaciones PIV.

Figura N° 2. Ubicación Del Proyecto San Cristóbal



Fuente: Archivos de la Gerencia de Operaciones PIV

4.3.- Visión.

Ser la Empresa Mixta Petrolera Líder en Exploración y Producción de Hidrocarburos reconocida por nuestro compromiso social orientado al Desarrollo Sustentable y Sostenible de la Nación.

4.4.- Misión.

Explorar y producir hidrocarburos, cumpliendo con el Plan de Negocios, la Legislación Venezolana y el Plan Siembra Petrolera, con talento humano altamente calificado, tecnología de vanguardia, seguridad, armonía con el medio ambiente y procesos eficientes orientados hacia una gestión con sentido humanista, revolucionaria, basada en el diálogo permanente con los trabajadores y demás actores sociales, con la implementación y seguimiento continuo de acciones que garanticen la rentabilidad financiera, la progresividad de los derechos laborales y el necesario impulso a la conciencia socialista en cada instancia de la organización como un hecho trascendental para que la riqueza petrolera llegue al pueblo como principal accionista de la industria.

4.5.- Valores Organizacionales.

Justicia y responsabilidad

La nueva PDVSA pone en práctica la igualdad y la inclusión reivindicando su fuerza laboral, verdadero dueño de nuestro principal recurso energético

Patriotismo

Las trabajadoras y trabajadores de la nueva PDVSA expresan su amor patrio por la nación y por la empresa, ejerciendo con entrega sus labores operacionales y sociales, beneficiando a su entorno e incentivando el desarrollo sustentable del país.

Lealtad

Convicción revolucionaria que demuestra fidelidad y compromiso en la constitución de la patria grande.

Compromiso

Es poner al máximo nuestras capacidades para sacar adelante todo aquello que se nos ha confiado. Un compromiso que se hace de corazón va más allá de la firma de un documento o contrato. El trabajador petrolero debe dar el 100% por su pueblo que es para quien trabajamos.

4.6.- Descripción de la gerencia técnica y operaciones

Misión

Asegurar el cumplimiento de los volúmenes de crudo Pesado a tiempo y en especificaciones de calidad exigidas por nuestros clientes, apoyándonos en la excelencia y motivación de nuestra gente, enmarcados bajo la filosofía del mejoramiento continuo del personal y los procesos, preservando la armonía con el ambiente y el entorno, utilizando tecnología de vanguardia, con el fin de maximizar la

rentabilidad del negocio de acuerdo a los planes corporativos. Acatando los lineamientos de La Nueva PDVSA y el Distrito Social San Tomé de ser modelo para el desarrollo social actual y futuro.

Visión

Ser un equipo integrado de alto desempeño en la explotación y producción de crudo pesado, cuya línea de acción esté orientada hacia el logro de sus metas dentro de un contexto de preservación de la integridad de los activos de la empresa, con un personal competente y comprometido con los criterios de seguridad, rentabilidad, calidad y humanamente sensibles.

4.7.- Proceso productivo

Dentro de petrolera Indovenzolana el proceso productivo se inicia con un estudio geológico para determinar las características físico-químicas del yacimiento, en un principio se establecen modelos de caracterización estáticos bien definidos, donde se precisa la información petrofísica, se forman los mapas de ISO-propiedades, saturación de fluidos y los mapas de ambiente sedimentarios.

Posteriormente se realiza una caracterización dinámica para determinar el tipo de fluido existente en el yacimiento, para ello es necesario hacer pruebas de presión y análisis a las muestras de fluidos. Toda la información obtenida a través de los múltiples estudios son llevados mediante un registro que constituye el soporte técnico de las características del pozo.

Al finalizar la revisión geológica se establece una correlación estratigráfica y estructural, para en base a esta poder proceder a identificar la localización del pozo, esto no es más que sugerir el punto que se considera más óptimo para realizar la perforación.

Una vez realizado esta etapa se da inicio al proceso de extracción, manejo y procesamiento de fluidos, mediante este proceso se extraen los fluidos de los pozos (petróleo, gas y agua) desde el yacimiento hasta la superficie, mediante un flujo natural o levantamiento artificial, para luego ser recolectados por un sistema de facilidades de superficie constituido por tuberías, separadores y tanques hasta separar la fase gaseosa de la fase líquida, para finalmente eliminar el contenido de agua, sedimentos, emulsión, y otras impurezas del petróleo mediante tratamiento físico y químico. De forma general este proceso se rige bajo el siguiente esquema:

El proceso productivo en sí mismo es un proceso modular que contempla una serie de procesos menores que en conjunto generan la producción de la organización, el primero de ellos es la explotación de pozos, el cual consiste en la extracción de fluidos (petróleo, gas y agua) desde la formación hasta la superficie, a través de la energía natural del yacimiento o por métodos artificiales, en función de las condiciones óptimas de explotación por pozo y en base a rentabilidad.

Seguidamente encontramos el proceso de manejo y recolección, en donde se recibe y dispone de la producción de fluidos provenientes de los pozos, mediante un sistema de tuberías, tanques, separadores y otras facilidades de superficie con la finalidad de separar el gas del líquido que será sometido a tratamiento.

En la etapa de tratamiento de fluidos se elimina el contenido de agua, sedimentos, emulsiones y otras impurezas del petróleo, mediante tratamiento térmico, químico y físico; para así obtener un producto bajo especificación. Por otra parte se debe determinar la tasa de producción de petróleo, gas y agua de los pozos activos y especiales, para planificar actividades de mantenimiento del potencial, generación de potencial, cálculo de reservas, declinación, entre otros, este proceso es denominado prueba de pozos.

Toda la información referente a las pruebas de pozos (tasa de producción de petróleo y gas, solicitud de análisis y resultados de las muestras de laboratorio, inyección de diluyente, inyección de gas de levantamiento, etc) y a la apertura y/o cierre de pozos por causas menores ó causas mayores, previa determinación de yacimiento/optimización debe introducirse al programa Centinela, el cual es un software integral que permite llevar una data histórica y un control de todos los eventos relacionados con el proceso productivo.

Luego de registrar los datos en el sistema se debe llevar un control estadístico de los procesos que permita controlar los diferentes procesos del negocio (Extracción) en base a estadísticas que midan la eficiencia de las operaciones en función de rentabilidad, satisfacción del cliente, relación a terceros, procesos internos, seguridad, higiene y ambiente. Los indicadores más representativos son los relacionados con: producción disponible, productos conformes, prueba de pozos, consumo de químicos, pérdidas de producción, inventario de crudo, índices SIAHO, etc.

Los resultados de llevar ese control mostraran cuales son las necesidades de la producción pudiendo fundamentar la elaboración y control del presupuesto para las operaciones, en el cual se expresan los gastos anuales asociados cada recurso bien definidos para la ejecución del mismo a lo largo del año, haciendo un seguimiento de lo desembolsado en cada actividad, considerando situaciones especiales como lo son los recortes y las reconducciones.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presentan de forma sistemática los resultados obtenidos en cada objetivo a través del desarrollo de la investigación.

5.1.-Diagnosticar la situación actual del contexto operacional para manejo del agua de producción en Budare-2.

5.1.1.-Crear Equipo Natural de Trabajo (ENT).

Para alcanzar el logro de este objetivo en primera instancia se procedió a la conformación del equipo natural de trabajo, para ello fue necesario programar una reunión tomando en cuenta las diferentes áreas y departamentos involucrados con el proyecto, con el propósito de que cada uno pudiera emitir sus opiniones al respecto y en conjunto establecer el enfoque del proyecto y delimitar el alcance del mismo.

Por el departamento de operaciones se selecciono al TSU Noel Capriata, custodio de la estación Budare-2, quien conoce al detalle cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de la estación, así como también es el encargado de reportar y supervisar las diferentes actividades desarrolladas dentro de la estación, por lo que se considero como la persona indicada para suministrar información técnica, relacionada con la manera en que se desarrolla el proceso de manejo de agua de producción y la explicación de cada una de sus etapas.

El Ing. Gustavo Rivas de la Gerencia de Mantenimiento es el encargado de programar, planificar y supervisar las diferentes actividades de Mantenimiento que se ejecutan en el campo San Cristóbal, por lo que se considero como personal calificado para suministrar información veraz y confiable sobre el tipo de mantenimiento que se le aplica a los equipos empleados para el manejo del agua de producción, así como también apporto ideas para la realización de un programa de mantenimiento más efectivo.

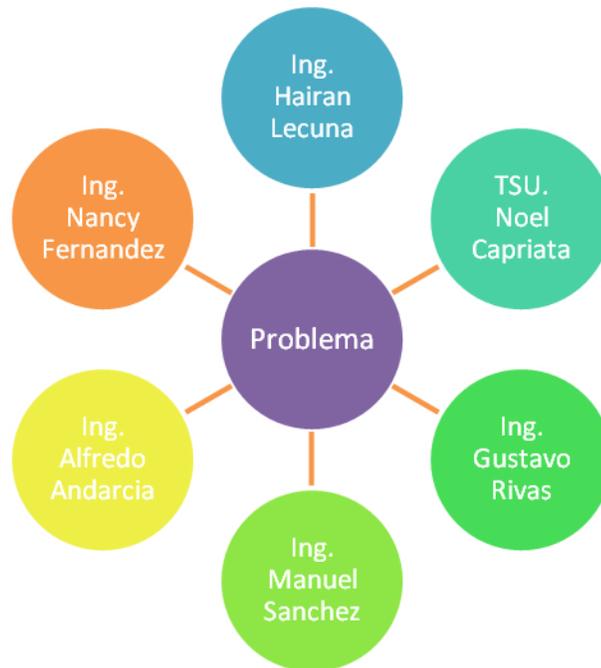
Manuel Sánchez en su función de Ingeniero de Producción, fue la persona encargada de proporcionar información técnica necesaria para la ejecución del proyecto, de igual forma, se encargo de mantener la orientación del proyecto hacia el logro de los objetivos y que cubrieran las necesidades industriales. En ese mismo sentido se requirió la participación del Ing. Alfredo Andarcia, Superintendente de IDP (Ingeniería de Producción) quien suministro información acerca de las mejores prácticas de la ingeniería, posibles a implementar y que representan una mejora en las condiciones del proceso.

Por su parte la Ing. Nancy Fernández, Profesora de la Cátedra Planificación de la Calidad en la especialización de Sistemas de la Calidad de la Universidad Católica Andrés Bello, fue la persona encargada de engranar de forma lógica y secuencial la ejecución de las actividades del proyecto, proporcionando asesoría metodológica y manteniendo el enfoque académico del proyecto.

Finalmente el Ing. Hairan Lecuna (El Autor) como líder del proyecto, se encargo de recopilar, registrar y analizar toda la información suministrada por el equipo de trabajo, con el propósito de realizar un diagnostico veraz y tomar decisiones acertadas, así mismo tuvo que indagar en otras fuentes de información y aplicar herramientas de la calidad para validar la información y elaborar propuestas técnicas factibles para su aplicación.

Finalmente ENT quedo conformado por las personas antes mencionadas tal como se muestra en la figura N° 3.

Figura N° 3: Equipo natural de Trabajo



Fuente: El Autor

5.1.2.- Realizar Inventario de equipos asociados al proceso de manejo de agua de producción.

Se elaboro un inventario con el propósito de identificar los equipos pertenecientes al proceso de manejo de agua de producción, en el mismo se especifico la marca, modelo, ubicación técnica y una breve descripción de la función de cada elemento. A continuación se muestran los equipos asociados al manejo del agua de producción dentro de BUED-2.

Tabla N° 6: Inventario de equipos asociados al proceso de manejo de agua de producción

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA		INVENTARIO	FECHA: 16/02/15
ITEM	OBJETO	CANTIDAD	
1	Tanques	3	
2	Fosas	3	
3	Bombas	5	
4	Motores electricos	5	

Fuente: El Autor

Tabla N° 7: Descripción de equipos inventariados

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA		DESCRIPCION DE INVENTARIO			FECHA: 16/02/15
ITEM	OBJETO	MARCA	MODELO	Ubicación Tecnica	DESCRIPCION
1	Tanque de asentamiento	-----	Tanque de lavado	ESF-PIA TK_LAVADO_01	Tanque de Lavado para deshidratacion de crudo, con capacidad de 18 MBLS
2	Macro Fosa	-----	-----	ESF-PIA-FOSA_01	Fosa de emergencia con capacidad de 64 MBLS
3	Fosa 1	-----	-----	ESF-PIA-FOSA_02	Fosa de almacenamiento, capacidad de 28 MBLS
4	Fosa 2	-----	-----	ESF-PIA-FOSA_03	Fosa de almacenamiento, capacidad de 13 MBLS
5	Tanque Almacenamiento 1	-----	Rectangular	ESF-PIA TK_ALMAC_01	Tanque de almacenamiento de agua para inyeccion, con capacidad de 475 BLS
6	Tanque Almacenamiento 2	-----	Rectangular	ESF-PIA TK_ALMAC_02	Tanque de almacenamiento de agua para inyeccion, con capacidad de 475 BLS
7	Bomba 1	National Oilwel	300TP-8	ESF-PIA BTC_01 (BOMBA_01)	Bomba de Inyeccion, 150 HP
8	Bomba 2	Gasol	3775	ESF-PIA BTC_02 (BOMBA_02)	Bomba de Inyeccion, 100 HP
9	Bomba 3	Garden Denver	ND	ESF-PIA BTC_03 (BOMBA_03)	Bomba de Inyeccion, 100 HP
10	Bomba 4	Gasol	1753	ESF-PIA BTC_04 (BOMBA_04)	Bomba de transferencia de 100 HP
11	Bomba 5	Garden Denver	FXFEEBBE-BD8	ESF-PIA BTC_05 (BOMBA_05)	Bomba de transferencia de 90 HP
12	Motor electrico 1	Baldor	447-3	ESF-PIA BTC_01 (MOTOR ELECT_01)	Motor de la bomba 1
13	Motor electrico 2	Weg	W21 severe duty	ESF-PIA BTC_02 (MOTOR ELECT_02)	Motor de la bomba 2
14	Motor electrico 3	World Wide	WWE150-18-445/7T	ESF-PIA BTC_03 (MOTOR ELECT_03)	Motor de la bomba 3
15	Motor electrico 4	Toshiba	ND	ESF-PIA BTC_04 (MOTOR ELECT_04)	Motor de la bomba 4
16	Motor electrico 5	Baldor	M4-1181	ESF-PIA BTC_05 (MOTOR ELECT_05)	Motor de la bomba 5

Fuente: El Autor

5.1.3.- Descripción de las condiciones de operación de los equipos del proceso de manejo de agua de producción.

Mediante inspecciones visuales se pudo apreciar las condiciones reales de operación de los equipos e instalaciones que integraban el proceso de manejo del agua de producción para el momento de la ejecución del proyecto. (Ver Tablas desde la 8 hasta la 14).

Tabla N° 8: Reporte de Inspección Tanque de lavado

	Equipos de Almacenamiento		Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion		
Ubicación Técnica: ESF-PIA TK LAVADO 01	Realizado por: Ing. Hairan Lecuna	Aprobado por: Ing. Manuel Sanchez	
Nombre del equipo: Tanque de Lavado	Ubicación: Patio Tanques- Budare 2	Dimensiones (Pies) Ax D: 28x60	
Estado operativo: Activo (X) Inactivo ()	Deformidades en la estructura: Si () No (X)	Especificación de la deformidad: NA	
Presencia de Corrosion: Si (X) No ()	Daños Mecánicos: Si () No (X)	Tipo de Daño mecánico: NA	
		OBSERVACIONES: La estructura externamente se presenta en buenas condiciones de operación, sin embargo es necesario considerar otro tipo de inspeccion de mayor profundidad para conocer sus condiciones internas debido a que la estructura opera de forma continua desde hace aproximadamente 45 años y puede presentar acumulacion de sedimentos en su interior.	
Firma del Inspector:	Firma de Supervisor:	Firma de Supervisor:	

Fuente: El Autor

Tabla N° 9: Reporte de Inspección Macro Fosa

	Equipos de Almacenamiento		Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion		
Ubicación Tecnica: ESF-PIA-FOSA_01	Realizado por: Ing. Hairan Lecuna	Aprobado por: Ing. Manuel Sanchez	
Nombre del equipo: Macro Fosa	Ubicación: PIAS- Budare 2	Dimensiones (Pies) AxAxL: 10x164x229,6	
Estado operativo: Activo (X) Inactivo ()	Deformidades en la estructura: Si () No (X)	Especificacion de la deformidad: NA	
Presencia de Corrosion: Si () No (X)	Daños Mecanicos: Si () No (X)	Tipo de Daño mecanico: NA	
		OBSERVACIONES: Se pudo apreciar que los niveles de fluido dentro de la fosa son elevados, llegando al maximo de su capacidad. Ademas se observo gran acumulacion de sedimentos y desechos dentro de la estructura, por lo que se requiere de forma inmediata, activar mecanimos para el saneamiento de la estructura.	
Firma del Inspector:	Firma de Supervisor:	Firma de Supervisor:	

Fuente: El Autor

Tabla N° 10: Reporte de Inspección Fosa 1

	Equipos de Almacenamiento		Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion		
Ubicación Tecnica: ESF-PIA-FOSA_02	Realizado por: Ing. Hairan Lecuna	Aprobado por: Ing. Manuel Sanchez	
Nombre del equipo: Fosa 1	Ubicación: PIAS- Budare 2	Dimensiones (Pies) AxAxL: 8,8x180,4x98,4	
Estado operativo: Activo (X) Inactivo ()	Deformidades en la estructura: Si () No (X)	Especificacion de la deformidad: NA	
Presencia de Corrosion: Si () No (X)	Daños Mecanicos: Si (X) No ()	Tipo de Daño mecanico: Erosion de las paredes internas	
		OBSERVACIONES: Se pudo apreciar que la fosa N° 1 presenta acumulacion parcial de crudo, proveniente del drenaje del tanque de lavado, ademas la estructura fue construida de arena compactada y en la actualidad presenta derrumbes en ciertas zonas producto de la erosion. El fluido esta expuesto al ambiente lo cual da pie a que este se contamine aun mas producto de la insidencia de los agentes atmosfericos.	
Firma del Inspector:	Firma de Supervisor:	Firma de Supervisor:	

Fuente: El Autor

Tabla N° 11: Reporte de Inspección Fosa 2

	Equipos de Almacenamiento		Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion		
Ubicación Técnica: ESF-PIA-FOSA_03	Realizado por: Ing. Hairan Lecuna	Aprobado por: Ing. Manuel Sanchez	
Nombre del equipo: Fosa 2	Ubicación: PIAS-Budare 2	Dimensiones (Pies) AxAxL: 4,9x114,8x132,57	
Estado operativo: Activo (X) Inactivo ()	Deformidades en la estructura: Si () No (X)	Especificación de la deformidad: NA	
Presencia de Corrosion: Si () No (X)	Daños Mecánicos: Si () No (X)	Tipo de Daño mecánico: NA	
		OBSERVACIONES: La estructura se aprecia en buenas condiciones, sin embargo el fluido se mantiene expuesto al ambiente dando pie a que continúe la incidencia ambiental sobre el fluido afectando la calidad del mismo para su inyección. de igual forma se visualiza gran acumulación de sólidos.	
Firma del Inspector:	Firma de Supervisor:	Firma de Supervisor:	

Fuente: El Autor

Tabla N° 12: Reporte de Inspección Tanque rectangular 1

	Equipos de Almacenamiento		Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion		
Ubicación Técnica: ESF-PIA TK_ALMAC_01	Realizado por: Ing. Hairan Lecuna	Aprobado por: Ing. Manuel Sanchez	
Nombre del equipo: Tanque rectangular 1	Ubicación: PIAS-Budare 2	Dimensiones (Pies) AxAxL: 7,8x9,77x34,99	
Estado operativo: Activo (X) Inactivo ()	Deformidades en la estructura: Si (X) No ()	Especificación de la deformidad: Hundimiento en el lateral izquierdo	
Presencia de Corrosion: Si (X) No ()	Daños Mecánicos: Si () No (X)	Tipo de Daño mecánico: NA	
		OBSERVACIONES: Tanque recibe agua caliente proveniente de la fosa N° 2, sin embargo se aprecia la presencia de corrosión en el exterior de las paredes, siendo más notable el desgaste de la estructura en las uniones y en el área de la base.	
Firma del Inspector:	Firma de Supervisor:	Firma de Supervisor:	

Fuente: El Autor

Tabla N° 13: Reporte de Inspección tanque rectangular 2

	Equipos de Almacenamiento			Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion			
Ubicación Tecnica: ESF-PIA TK_ALMAC_02		Realizado por: Ing. Hairan Lecuna		Aprobado por: Ing. Manuel Sanchez
Nombre del equipo: Tanque rectangular 2		Ubicación: PIAS- Budare 2		Dimensiones (Pies) AxAxL: 7,8x9,77x34,99
Estado operativo: Activo (X) Inactivo ()		Deformidades en la estructura: Si () No (X)		Especificación de la deformidad: NA
Presencia de Corrosion: Si (X) No ()		Daños Mecánicos: Si (X) No ()		Tipo de Daño mecánico: Desgaste por Corrosion
		OBSERVACIONES: El tanque recibe el fluido proveniente del tanque N° 1, en este se puede apreciar la presencia de altos niveles de corrosion, con daños severos en la parte frontal. este tanque posee la linea de succion hacia la bombas en la parte mas baja de la estructura por lo que se presume que todos los solidos que pueden llegar a este punto son bombeados hacia la formacion.		
		Firma del Inspector:		Firma de Supervisor:

Fuente: El Autor

Tabla N° 14: Reporte de Inspección sistema de Bombeo

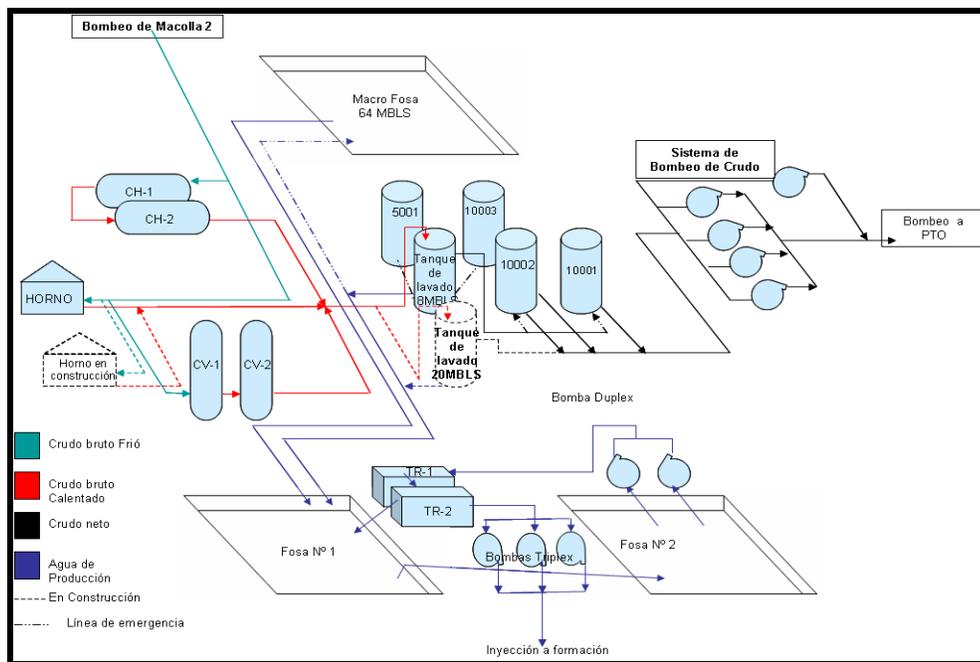
	Sistema de Bombeo									Fecha: 16/02/15
	Reporte de Inspeccion									
Items	Ubicación tecnica	Nivel de Aceite	Existencia de Fugas		Daños a la Carcasa	Presion	Temperatura	Caudal	RPM	Condiciones de empaquetaduras
			Si	No						
1	ESF-PIA BTC_01 (BOMBA_01)	ND	X		Altos presencia de corrosion	500 PSI	ND	4MBD	-----	Normales
2	ESF-PIA BTC_01 (MOTOR_ELECT_0)	-----	-----	-----	No Hay	-----	ND	-----	1185	-----
3	ESF-PIA BTC_01 (BOMBA_02)	ND	X		Altos presencia de corrosion	500 PSI	ND	2,5 MBD	-----	Empaques sueltos
4	ESF-PIA BTC_01 (MOTOR_ELECT_0)	-----	-----	-----	No Hay	-----	ND	-----	1125	-----
5	ESF-PIA BTC_01 (BOMBA_03)	ND	X		Daños en la pintura	500 PSI	ND	1,5 MBD	-----	Dañados
6	ESF-PIA BTC_01 (MOTOR_ELECT_0)	-----	-----	-----	No Hay	-----	ND	-----	1190	-----
7	ESF-PIA BTC_01 (BOMBA_04)	ND		X	No Hay	90 PSI	ND	7 MBD	-----	ND
8	ESF-PIA BTC_01 (MOTOR_ELECT_0)	-----	-----	-----	No Hay	-----	ND	-----	1180	-----
9	ESF-PIA BTC_01 (BOMBA_05)	ND		X	Daños en la pintura	250 PSI	ND	650 BPD	-----	Normales
10	ESF-PIA BTC_01 (MOTOR_ELECT_0)	-----	-----	-----	No Hay	-----	ND	-----	3515	-----
Observaciones: En la bomba N° 3 se encontro un trapo haciendo las funciones de empaquadura. En la Bomba N° 4 no se pudo apreciar el estado de las empaquadura. La Bomba N° 5 se encuentra inactiva (solo funciona como respaldo)										

Fuente: El Autor

5.1.4.- Describir las Etapas del Proceso empleado para el manejo del agua de producción en la estación Budare 2

Para la descripción del proceso empleado para el manejo del agua de producción se utilizó como patrón de referencia el orden secuencial de cada una de las etapas tal como se muestra en la Figura N° 4.

Figura N° 4: Diagrama Esquemático Budare 2



Fuente: El Autor

Dentro de la estación Budare-2 el mecanismo utilizado para la separación de la mezcla de crudo consiste en hacer pasar el fluido previamente calentado a través de un tanque de asentamiento (Tanque de lavado, ver Imagen N° 1), con una capacidad de 18 MBLS, y en su interior posee un sistema de separación compuesto por baffles, cuya configuración disminuye la turbulencia con la que ingresa el fluido, incrementa su tiempo de residencia, permitiendo que tenga mayor superficie de contacto y dando pie al proceso de coalescencia, en el que las moléculas de un mismo fluido son atraídas

entre sí, esto genera la separación de la mezcla, obteniendo un nivel de agua libre en la parte inferior y otro de crudo en la parte superior del tanque.

Imagen N° 1: Tanque de Lavado de 18 MBL



Fuente: El Autor

El flujo de salida del tanque de lavado es controlado de forma automática mediante un sistema inalámbrico, que permite mantener la capa correspondiente a la interfase en niveles preestablecidos, la tubería de drenaje se encuentra conectada al tanque a una altura de 6 Pies. El sistema es usado para controlar el flujo de agua libre hacia la fosa N° 1. Aunado a esto el tanque de lavado poseen una línea de alivio con un diámetro de 10 pulg que solo es utilizada en caso de emergencias, esta línea descarga en la PIAS de la estación Budare 1.

El agua libre obtenida en el proceso sale del tanque de lavado hacia la fosa N° 1, el fluido es conducido mediante una tubería de 6 pulg conectada a un cabezal de 10 pulg que a su vez posee una reducción de 6 pulg en la que se acopla una línea de igual diámetro que conduce el agua de producción hasta su descarga a la fosa N° 1. (Ver Imagen N° 3)

El fluido resultante a la salida del tanque de lavado, trae consigo cierta cantidad de sedimentos, lodos de perforación, bacterias, metales pesados, sales, y contenido graso propio de los hidrocarburos, esta mezcla es descargada a la fosa N° 1 la cual tiene una capacidad de diseño de 28 MBLS, con unas dimensiones de 180 pies de largo por 98 pies de ancho y una profundidad de 9 PIES.

En esta fosa además del drenaje del tanques de lavado también tiene descarga la macro fosa de 64 MBLS (ver Imagen N° 2), y el reboce de los tanques rectangulares de almacenamiento. La estructura tiene asociado una tubería de 6 pulg de diámetro en forma de sifón cuyo funcionamiento responde a los principios de un vaso comunicante, de manera que al alcanzar un nivel determinado, la columna de líquido ejerza la presión suficiente como para vencer la presión hidrostática en el interior de la tubería y poder circular libremente hacia la segunda fosa.

En el lapso de tiempo que transcurre desde la descarga del agua a la fosa hasta su paso a la siguiente etapa ocurre un proceso de decantación en el que gran parte de los sedimentos y aceites quedan entrampados dejando circular el agua con un menor contenido de sólidos.

Imagen N° 2: Macro Fosa 64MBLS



Fuente: El Autor

Imagen N° 3: Fosa 1



Fuente: El Autor

La fosa N° 2 (ver Imagen N° 4) tiene dimensiones de 132 pies de largo por 115 pies de ancho y una profundidad de 5 pies, posee una capacidad de diseño de 13 MBLs, a esta estructura descarga el agua proveniente de la fosa N° 1. En este punto ocurre un proceso similar al anterior en el que el agua reside dentro de la estructura por un tiempo determinado para decantar la mayor cantidad de sedimentos posibles, de igual forma el drenaje de la macro fosa puede ser desviado hacia la fosa N° 2, de acuerdo a los niveles de fluido que se manejen en la estación. Es de resaltar que el solo hecho de que las fosas estén abiertas y el fluido quede expuesto al ambiente influye enormemente en la calidad del agua de inyección, debido que las condiciones climáticas influyen enormemente en el fluido manejado.

Imagen N° 4: Fosa 2



Fuente: El Autor

A partir de allí el agua es extraída de la fosa mediante una tubería de 6 pulg. e impulsada hacia 2 tanques rectangulares mediante una línea de 4 pulg., para lo cual se hace uso de una bomba de transferencia Triplex (bomba N°4, de 3 pistones, Ver Imagen N° 5) marca GASO, modelo 1753, con una potencia de 100 HP y una bomba Duplex (bomba N°5, ver Imagen N° 6) de 90 HP, ambas impulsan en conjunto aproximadamente 8,5 MBPD de agua a una presión de 90 PSI, suficiente para mantener un nivel constante en el interior de los tanques rectangulares.

Imagen N° 5: Bombas de Transferencia de agua (N° 4)



Fuente: El Autor

Imagen N° 6: Bombas de Transferencia de agua (N° 5)



Fuente: El Autor

El proceso continúa cuando el agua ingresa al primer tanque rectangular (ver Imagen N° 7), de 35 pies de largo por 10 pies de ancho y 8 pies de altura, construido de acero, dentro del cual continúa el proceso de decantación pero en menor proporción, el agua pasa a un segundo tanque con iguales dimensiones mediante un mecanismo de trasegado (ver Imagen N°8). Este segundo tanque tiene por función almacenar el agua que será inyectada a la formación y mantener constante la alimentación a la entrada de las bombas de inyección. De igual manera posee un reboce que descarga a la primera fosa mediante una tubería de 4 pulg de diámetro, esta descarga tiene doble propósito, en primer lugar evita que el fluido se derrame al llenar el tanque y segundo, funciona como un sistema de desnatado, en el que las trazas de crudo presentes antes de la inyección por diferencia de densidades son devueltas al inicio del proceso.

Imagen N° 7: Tanque Rectangular 1



Fuente: El Autor

Imagen N° 8: Tanque Rectangular 2



Fuente: El Autor

El proceso de inyección se realiza mediante tres bombas reciprocantes Triplex (3 pistones) conectadas en paralelo, la primera de ellas con una potencia de 150 HP, impulsa un caudal máximo de 9 MBPD de agua (ver Imagen N° 9), la segunda bomba posee una potencia de 100 HP e impulsa un máximo de 5 MBPD de agua (ver Imagen N° 10), mientras que la tercera bomba maneja un flujo máximo de 3 MBPD con 150 HP de potencia (ver Imagen N°11), sin embargo se estima, que por las condiciones de las bombas y el mantenimiento irregular que han recibido estas están operando a un 50% de su capacidad, impulsando en conjunto un promedio de 8 MBPD. La tubería de descarga de los tanques rectangulares corresponde a la línea principal de succión de las bombas, dicha línea posee un diámetro de 8 pulg con reducciones de 6 pulg acopladas a la entrada de cada bomba.

Imagen N° 9: Bomba para inyección (N° 1)



Fuente: El autor

Imagen N° 10: Bomba para inyección (N° 2)



Fuente: El autor

Imagen N° 11: Bomba para inyección (N° 3)



Fuente: El autor

Para la descarga, el agua sale de las bombas a través de líneas de 4 pulg. Respectivamente y se unen a través de un cabezal de 6 pulg acoplado a una línea común de igual diámetro la cual lleva el agua de producción hasta su inyección en la formación (ver Imagen N°12). En conjunto todas las bombas mantienen una presión de 500 PSI dentro del pozo inyector con un margen de tolerancia no mayor a 900 PSI, con la intención de preservar las características geológicas y estructurales de la formación.

Imagen N° 12: Cabezal de descarga de las Bombas de Inyección.



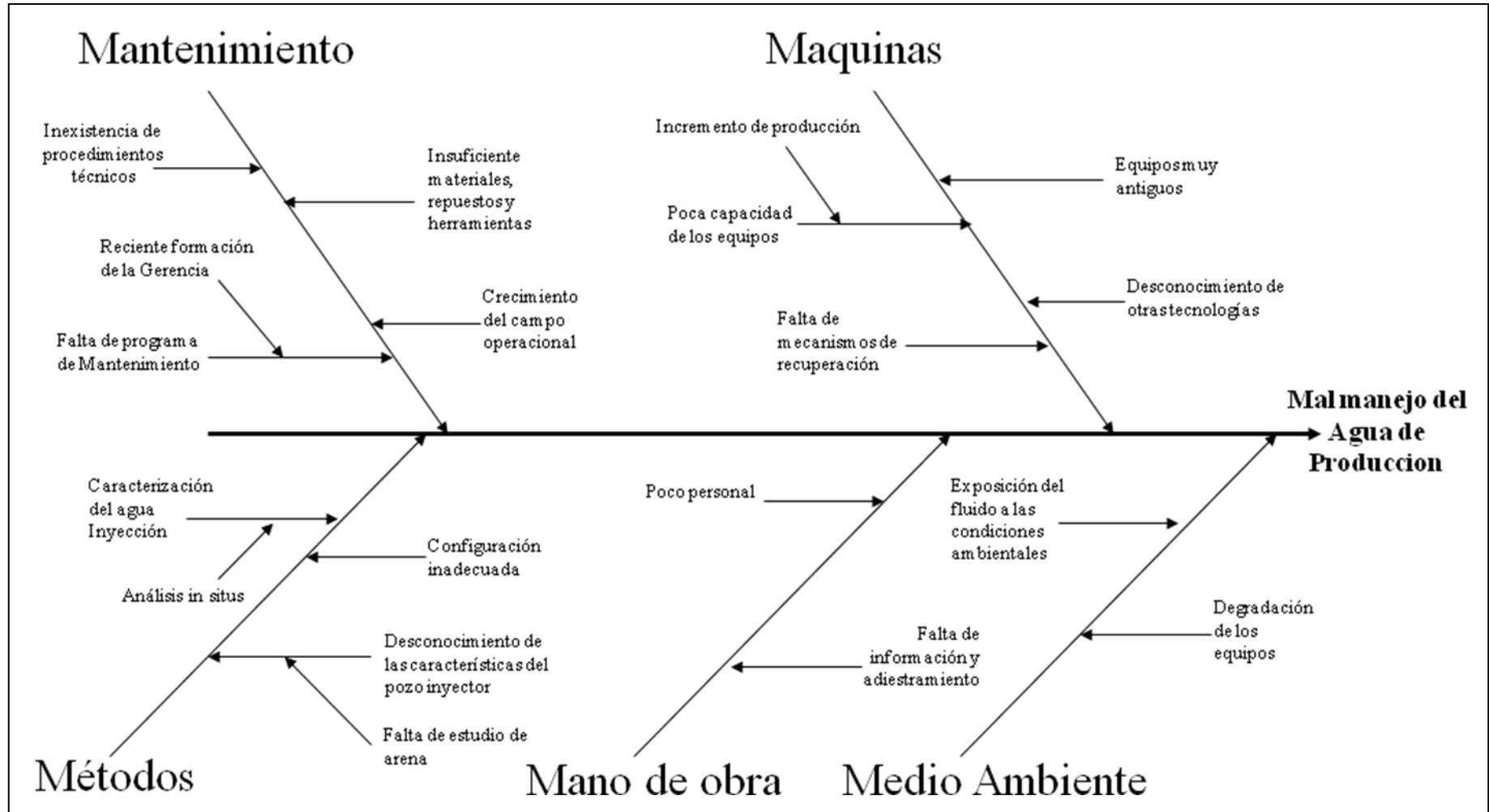
Fuente: El autor

5.2.- Analizar las Causas que han Generado la Condición Actual del Proceso.

5.2.1.- Establecer Mediante Diagrama Ishikawa Las Causas que han Generado la Condición Actual del Proceso.

Tomando en consideración toda la información técnica recopilada hasta este punto se establecieron mediante un diagrama Causa-Efecto (Ishikawa) las diferentes causas que han conllevado a que en la actualidad el agua de producción dentro de la estación Budare 2 no cuente con un proceso eficiente para su manejo, tal como se muestra en la Figura 5. Tomando como punto de referencia la teoría de las 5M (Mantenimiento, Maquinas, Métodos, Mano de obra y Medio ambiente).

Figura N° 5: Diagrama de Ishikawa



Fuente: El Autor

Dentro del proceso de manejo del agua de producción empleado en la estación Budare 2 existen diversos factores que intervienen en su ejecución y repercuten en la eficiencia de su resultado.

Partiendo desde el punto de vista de Mantenimiento, en primer lugar, la naturaleza misma de los componentes del proceso dificulta la realización de las labores de mantenimiento, debido a que resulta sumamente complejo remover y disponer de forma segura la cantidad de sólidos que se han venido depositando en el interior de las fosas, en el caso de los tanques, la realización de su mantenimiento implica dejarlos fuera de servicio, mientras esto sucede, sin embargo el proceso no cuenta con un respaldo para estos casos. Por lo que las labores de mantenimiento solo son aplicables a los equipos de bombeo.

Por otra parte el crecimiento progresivo del campo operacional a desviado la atención hacia las zonas productivas dedicando los recursos de mantenimiento a dichas áreas, generando insuficiencia para atender de forma eficiente las fallas que se presenten en los equipos del proceso en estudio, a esto podemos sumarle que la gerencia de Mantenimiento es una gerencia con poco tiempo de formación dentro de PIV, por lo que la ejecución de las labores no responden a un programa de mantenimiento pre-establecido, sino que por el contrario estas se realizan de acuerdo al grado de emergencia y relevancia de la falla según las necesidades operacionales. Otro punto que retrasa la ejecución del mantenimiento es que su aplicación no responde a procedimientos técnicos ni instrucciones previamente emitidas, por el contrario, estas se ejecutan confiando en la pericia y experiencia del personal. Junto a esto encontramos otro factor de atraso y es la insuficiencia de materiales, repuestos, y herramientas para la ejecución de las actividades, lo que genera que los equipos sufran modificaciones, con el solo propósito de restablecer su funcionamiento, pero que disminuyen el rendimiento de los mismos

Desde el la perspectiva de las maquinas cabe destacar que la estación Budare-2 es una estación muy antigua, con aproximadamente 50 años de operación continua, donde sus equipos se han visto superados por el avance tecnológico siendo inadecuados para realización de los procesos actuales. Además el tanque de lavado de la estación en un principio fue diseñado para manejar una producción aproximada de 36 MBBD (50% AyS), sin embargo el uso continuo del mismo sin el mantenimiento debido, ocasiono la acumulación progresiva de sedimentos en su interior (8 Pies aproximadamente) disminuyendo la capacidad de manejo del tanque, si a esto le sumamos el incremento de la producción, queda en evidencia que el tiempo de residencia del fluido no es el indicado para una separación efectiva, drenando parte de la producción de crudo hacia las fosas. Esta situación ha creado la necesidad de la implantación de mecanismos que contribuyan a la recuperación de la producción que se va hacia las fosas. Seguido de esto, la falta de conocimiento relacionado con este tipo de procesos por parte de los trabajadores de campo, y el no estar en contacto con fabricantes y proveedores de equipos de tratamiento de agua, evidencian el desconocimiento de otras tecnologías que son aplicables al proceso y que mejorarían en gran medida la calidad de su producto final.

Si nos fijamos en los métodos empleados dentro de la estación para el manejo del agua de producción encontramos que, existen diversos parámetros que son desconocidos por gran parte del personal y que inciden en el resultado al final del proceso, en primer lugar el desconocimiento de los parámetros bajo los cuales se debe realizar la inyección del agua impide tipificar un proceso de tratamiento adecuado de acuerdo a las características del agua de producción, para lograr obtener esta información resulta necesaria la realización de una caracterización físico-química del agua de producción, para que sea posible adaptar sus características a las condiciones requeridas y así poder minimizar el impacto negativo en el proceso, sin embargo el personal presente en campo no cuenta con la herramientas ni las condiciones para realizar un análisis en sitio, tampoco cuenta con un procedimiento de muestreo de agua preestablecido, por lo que es necesario recurrir a terceros para la realización de dichos análisis. Esto ocasiona

que el tiempo de espera para los resultados de los análisis sea mucho mayor, impidiendo que se realicen los ajustes necesarios al proceso en el momento oportuno.

Por otra parte, el pozo inyector 21B-52, es un pozo que anteriormente pertenecía al departamento Liviano-Mediano del Distrito Social San Tome y que fue cedido a PIV al momento de iniciar sus actividades, sin embargo dentro de la empresa no se cuenta con un registro histórico del pozo, lo que dificulta el conocimiento de las características Petro-Físicas de la formación, una de las características mas resaltantes de la formación y que es desconocida por PIV es el diámetro de la garganta poral, información que solo es posible obtener a través de un análisis de la arena, por lo que se dificulta aún más el establecimiento de parámetros puntuales que permitan seleccionar equipos adecuados para el desarrollo del proceso. Todo esto deja en evidencia que los métodos empleados para el control de los parámetros del proceso no son los más adecuados para el manejo del agua de inyección.

El gran auge y desarrollo que ha experimentado PIV en el último año ha generado un déficit en cuanto a personal y si a esto le sumamos que el poco personal existente no cuenta con la información oportuna que los mantenga al tanto de la tecnología de vanguardia, ni el adiestramiento necesario para la correcta operación de los equipos queda en evidencia que no existe la mano de obra suficiente para atender de forma eficiente las fallas que puedan presentar los equipos del proceso. Para finalizar, la utilización de fosas en lugar de tanques de almacenamiento, mantiene al fluido continuamente expuesto a las condiciones ambientales (polvo, lluvia, vientos, etc), lo cual ocasiona la contaminación del agua de producción a su paso por estas estructuras afectando la calidad del agua. Seguido de esto la acción del medio ambiente ha generado la degradación de todos los equipos del proceso impidiendo que estos cumplan satisfactoriamente con sus funciones.

Ahora bien, si no se cuenta con los equipos y mantenimiento adecuado a los mismos, en conjunto con la mano de obra oportuna y los mecanismos acertados, el resultado

obtenido será el mal manejo del agua de producción, lo cual tiene repercusión en las operaciones.

Desde el punto de vista ambiental esta inyección fuera de especificaciones puede llegar a contaminar los acuíferos subterráneos aprovechables cercanos al pozo inyector, se ocasionan daños a la vegetación o cultivos en zonas aledañas, así como al incremento bacteriológico, lo que conlleva a la producción de H₂S que es un compuesto nocivo para la salud por su alta toxicidad, sin dejar de lado el peligro latente de un derrame a nivel de superficie, donde el daño ocasionado al ecosistema sería inmediato y poniendo en riesgo la salud integral del personal..

Finalmente las actividades operativas se ven afectadas porque se dificulta el manejo de las aguas de producción y los daños antes mencionados pueden llevar a la parada parcial o total del proceso productivo.

5.2.1.- Elaborar Análisis de Modo y Efecto de Fallas.

Para el logro de esta actividad con la participación y discusión abierta del ENT, previo al establecimiento de la propuesta, se sostuvo la reunión donde cada miembro del equipo dio su perspectiva de la manera en que debería ser afrontada la problemática, quedando plasmado en la siguiente minuta de reunión (Ver Tabla N° 16)

Tabla N° 15: Minuta de Reunión con ENT

Equipo Natural de Trabajo			
Nombre Y Apellido	Cargo	Departamento	Aporte
T.S.U Noel Capriata	Custodio	Operaciones	Dentro de la estacion se amerita la elaboracion de un plan de calidad y la reestructuracion del proceso de manejo de agua, que brinde mayor seguridad y flexibilidad operacional
Ing. Gustavo Rivas	Ingeniero de Mantenimiento	Mantenimiento Operacional	La propuesta a desarrollar debera incluir un programa de mantenimiento que facilite la la ejecucion de las labores preventivas en los equipos, identificando los modos y efecto de los posibles fallos que ocurran.
Ing. Manuel Sanchez	Ingeniero de Proyectos	IDP	Es necesario definir las acciones a tomar por todos los involucrados en el desarrollo efectivo del proceso.
Ing. Alfredo Andarcia	Superintendente	IDP	Se debe contemplar el aprovechamiento de las instalaciones actuales para las propuestas, tomando en cuenta que el resultado final permita sacar el mayor provecho posible a los instalaciones actuales

Fuente: El Autor

Tomando como base las opiniones anteriormente reflejadas se considero que las alternativas de mejora que se pudieran proponer al proceso debían contar con los siguientes aspectos:

- Evaluación del Impacto de las posibles fallas del sistema.
- Definición de acciones preventivas.
- Definición de acciones a ejecutar por las partes interesadas en el proceso.
- Identificar desde la perspectiva de calidad aquellas acciones que pueden acarrear costos.
- Plantear estrategias para la mejora integral del proceso de manejo de agua de producción.

El Autor manifestó durante la reunión, que las condiciones bajo las que se realiza el proceso de manejo del agua de producción en la actualidad, permiten que todas las

opiniones emitidas por el personal técnico del ENT deben ser consideradas e incluidas dentro del plan que se decida desarrollar para mejorar las condiciones del proceso.

A partir de esta reunión, surgió la necesidad de desarrollar un análisis de modo y efecto de fallas que permita identificar los puntos críticos del proceso y así poder dar solución a la problemática planteada. Como resultado del análisis desarrollado se muestra a continuación el AMEF desarrollado para el proceso en estudio.

Tabla N° 16: AMEF de Equipos de Bombeo

Gerencia de Operaciones Estacion de Flujo Budare-2																	
AMEF DE PROCESOS																	
PROCESO: Manejo de Agua de Produccion				SUB-PROCESO: Transferencia de Liquidos				FECHA DE ELABORACION:			PAGINA: 1/2						
COMPONENTES: Bombas Reciprocantes								FECHA DE REVISION:									
								REVISION N°: 0									
FUNCION PRIMARIA		FALLA FUNCIONAL		EVALUACION DEL PROCESO ACTUAL						INDICE		ACCIONES PREVENTIVAS					
COD		DESCRIPCION		MODOS DE FALLA		EFECTO DE FALLA		CAUSA DE FALLA		SISTEMA DE DETECCION		NPR		ACCION	FRECUENCIA		
				COD DESCRIPCION		DESCRIPCION G		DESCRIPCION F		DESCRIPCION D							
1	Bombear agua succionada de los tanques y las fosas a una presion de 500 psi	A	No hay bombeo de agua hacia los tanques o pozo inyector	1	Daño total de la bomba	Impide el abastecimiento de agua de las fosas hacia los tanques o hacia el pozo inyector	10	Ejes Trabajados	2	Inspeccion visual	3	60	Inspeccion visual y Auditiva	Diario			
								Sobre carga electrica	2	Ninguno	10	200	Medicion de voltajes	Semanal			
				2	Bomba no Levanta presion	Si la presión de descarga de la bomba no es la adecuada Trabajando por más tiempo del necesario bajo condiciones inseguras.	4	Obstruccion de la succion	4	Manometros	4	64	Verificar presion de operación y valvulas de succion	3 dias			
								Daños cojinetes, camisas, sellos, chumaseras y ejes	6	Manometros	7	168	Realizar engrasado y lubricacion de componentes rotativos	15 dias			
				3	Bomba Trabajando en vacio	Cavitacion	8	No llega liquido al equipo	2	Indicadores de nivel de liquido	3	48	Espulgar la bomba y verificar llegada de liquido en la succion	Semanal			
				4	Valvula Check de succion dañada	Recirculacion de fluidos	2	Desprendimiento de lengüeta de retencion	8	Ninguno	10	160	Reemplazo de valvulas	6 meses			
								Obstruccion de la lengüeta de retencion	8	Ninguno	10	160					
				5	Valvulas de compuerta trabadas	Ruptura de sellos y empacaduras	8	Sobre presion por obstruccion de las valvulas	5	Manometros	6	240	Reemplazo de valvulas	6 meses			
				ELABORADO POR:				REVISADO POR:				APROBADO POR:					

Fuente: El Autor

Tabla N° 17: AMEF de Equipos de Bombeo 2

Gerencia de Operaciones Estacion de Flujo Budare-2														
AMEF DE PROCESOS														
PROCESO: Manejo de Agua de Produccion				SUB-PROCESO: Transferencia de Liquidos				FECHA DE ELABORACION:			PAGINA: 2/2			
COMPONENTES: Bombas Reciprocantes				FECHA DE REVISION:			REVISION N°: 0							
FUNCION PRIMARIA		FALLA FUNCIONAL		EVALUACION DEL PROCESO ACTUAL						INDICE		ACCIONES PREVENTIVAS		
COD	DESCRIPCION	COD	DESCRIPCION	MODOS DE FALLA		EFECTO DE FALLA		CAUSA DE FALLA		SISTEMA DE DETECCION		NPR	ACCION	FRECUENCIA
				COD	DESCRIPCION	DESCRIPCION	G	DESCRIPCION	F	DESCRIPCION	D			
1	Bombear agua succionada de los tanques y las fosas a una presion de 500 psi	A	No hay bombeo de agua hacia los tanques o pozo inyector	6	Filtracion de las tuberias (succion- Descarga)	Baja presion de bombeo	3	Fisura en la tuberia	3	Monitoreo	1	9	Inspeccion visual	Diario
						Recalentamiento	5			Indicadores de Temperatura	3	45	Inspeccion visual	Diario
				7	Juego excesivo en los extremos de los ejes	Vibraciones	6	Exesivo espacio interno de los cojinetes	2	Monitoreo	5	60	Reemplazar cojinetes	3 Meses
				8	Descentramiento de ejes	Vibraciones	6	Falta de alineacion	6	Monitoreo	9	324	Verificar alineacion de ejes	Mensual
								Eje doblado	4	Monitoreo	7	168	Reemplazo de ejes	Anual
				9	Perdida de aceite y/o Grasa	Friccion y Recalentamiento	8	Fisura de carcasa	1	Indicador de Nivel de Lubricante	3	24	Realizar inspeccion visual de la estructura que resguarda los componentes del sistema de bombeo	Semanal
								Daños cojinetes, camisas, sellos y chumaseras	6	Indicador de Nivel de Lubricante	3	144	Realizar inspeccion visual de las condiciones de las chumaceras, cojinetes, camisas, sellos, pistones y lubricacion de la bomba y el motor.	Semanal
				10	Daño de los motores	Paralizacion total del bombeo	10	Sobre carga electrica	3	Ninguno	10	300	Medicion de voltajes	Semanal
								Baja tension	3	Ninguno	5	150	Medicion de voltajes	Semanal
								Desbalanceo	4	Monitoreo	6	240	Verificar alineacion de ejes	Mensual
Eje trancado	4	Monitoreo	3					120	Reemplazo de motor	Anual				
				Falta de Lubricacion	5	Indicador de Nivel de Lubricante	3	150	Verificar el nivel de lubricante en el motor	Diario				
ELABORADO POR:						REVISADO POR:						APROBADO POR:		

Fuente: El Autor

Tabla N° 18: AMEF de Tanques de Almacenamiento

Gerencia de Operaciones Estacion de Flujo Budare-2															
AMEF DE PROCESOS															
PROCESO: Manejo de Agua de Produccion				SUB-PROCESO: Almacenamiento				FECHA DE ELABORACION:			PAGINA: 1/1				
COMPONENTES: Tanques Rectangulares							FECHA DE REVISION:								
							REVISION N°: 0								
FUNCION PRIMARIA		FALLA FUNCIONAL		EVALUACION DEL PROCESO ACTUAL						INDICE	ACCIONES PREVENTIVAS				
				MODOS DE FALLA		EFECTO DE FALLA		CAUSA DE FALLA		SISTEMA DE DETECCION		NPR	ACCION	FRECUENCIA	
COD	DESCRIPCION	COD	DESCRIPCION	COD	DESCRIPCION	DESCRIPCION	G	DESCRIPCION	F	DESCRIPCION	D				
2	Almacenar Agua salada proveniente de las fosas, para servir de alimentacion a las bombas de inyeccion, con una capacidad de 500 barriles cada uno	A	Tanque es incapaz de almacenar agua salada de forma segura	1	Valvula de la bola de la admision del tanque dañada	Impide el flujo de liquido hacia el tanque	7	Obstruccion de valvula por deposicion de solidos	3	Indicador de nivel de liquido	6	126	Reemplazo de valvulas	6 meses	
				2	Valvula Check de admision dañada	Recirculacion de fluidos	3	8	Desprendimiento de lengüeta de retencion por corrosion	8	Indicador de nivel de liquido	8	192	Reemplazo de valvulas	6 meses
								8	Obstruccion de la lengüeta de retencion por solidos	8	Indicador de nivel de liquido	7	168	Reemplazo de valvulas	6 meses
				3	Valvulas de descarga dañadas	Flujo discontinuo hacia las bombas	7	Desgaste por corrosion	3	Inspeccion visual	7	147	Monitorio de las condiciones de valvulas	Diario	
				4	Fisura en tuberias de alimentacion	Perdida de liquido hacia el ambiente	8	Desgaste por corrosion	2	Inspeccion visual	2	32	Monitorio de las condiciones de tuberias	Diario	
				5	Fisura en el cuerpo del tanque	8	Perdida de liquido hacia el ambiente.	8	Erosion por corrosion	3	Inspeccion visual	2	48	Detener proceso, vaciar tanques, inspeccion interna, refuerzo de puntos debiles y correccion de filtraciones	Anual
									Impacto directo	1			16		
									Erosion por corrosion	3			36		
									Impacto directo	1			12		
				ELABORADO POR:				REVISADO POR:				APROBADO POR:			

Fuente: El Autor

Tabla Nº 19: AMEF de Fosas de Decantación

Gerencia de Operaciones Estacion de Flujo Budare-2														
AMEF DE PROCESOS														
PROCESO: Manejo de Agua de Produccion				SUB-PROCESO: Decantacion				FECHA DE ELABORACION:			PAGINA: 1/1			
COMPONENTES: Fosas de Decantacion				FECHA DE REVISION:			REVISION N°: 0							
FUNCION PRIMARIA		FALLA FUNCIONAL		EVALUACION DEL PROCESO ACTUAL						INDICE			ACCIONES PREVENTIVAS	
COD	DESCRIPCION	COD	DESCRIPCION	MODOS DE FALLA		EFECTO DE FALLA		CAUSA DE FALLA		SISTEMA DE DETECCION		NPR	ACCION	FRECUENCIA
				COD	DESCRIPCION	DESCRIPCION	G	DESCRIPCION	F	DESCRIPCION	D			
3	Almacenar Agua salada proveniente del tanque de lavado, para estabilizar el fluido y decantar los solidos contenidos	A	Fosa es incapaz de almacenar agua salada de forma segura	1	Valvula de la bola de la salida del tanque de lavado dañada	Impide el flujo de liquido hacia las fosas	7	Obstruccion de valvula por deposicion de solidos	3	Medidor de agua en tanque de lavado	4	84	Reemplazo de valvulas	6 meses
				2	Tuberia de vaso comunicante obstruida	No llega liquido a las bombas	6	Taponamiento por solidos	4	Indicador de nivel de liquido	2	48	Reemplazo de valvulas	6 meses
						Incremento de nivel en fosas	5			Indicador de nivel de liquido	2	40	Reemplazo de valvulas	6 meses
				3	Fisura en tuberias de alimentacion	Flujo discontinuo hacia las bombas	7	Desgaste por corrosion	3	Inspeccion visual	4	84	Monitorio de las condiciones de valvulas	Diario
						Perdida de liquido hacia el ambiente	8	Desgaste por corrosion	2	Inspeccion visual	2	32	Monitorio de las condiciones de tuberias	Diario
				5	Derrumbe interno de las paredes de las fosas	Perdida de liquido hacia el ambiente.	8	Erosion	2	Inspeccion visual	9	144	Detener proceso, vaciar tanques, inspeccion interna, refuerzo de puntos debiles y correccion de	Anual
Parada total del proceso	10	Erosion	2			180								
ELABORADO POR:						REVISADO POR:						APROBADO POR:		

Fuente: El Autor

Al analizar los resultados obtenidos se puede apreciar que aproximadamente un 85% de los modos de falla detectados pertenecen al nivel bajo de atención de fallas (NPR), sin embargo el 15% restante requieren especial atención y un mayor monitoreo ubicándolos en el nivel medio del índice NPR. El punto de mayor alerta radica en que las cuatro (04) modalidades de fallas más severas están asociadas a los equipos de bombeo. En primer lugar encontramos con 240 puntos, que una traba en las válvulas de compuerta a la entrada de las bombas puede llegar a generar ruptura en los sellos y empaaduras producto de la sobre presión que esto podría generar, a pesar ser una falla de corrección rápida, el sistema de detección con el que se cuenta es pobre, por lo que en algunos casos puede ser indetectable, por lo que se aconseja el reemplazo semestral de estas válvulas para evitar daños mayores en el equipo.

Por otra parte encontramos con 324 puntos un problema repetitivo en estos equipos, como es el caso del descentramiento de ejes producto de la falta o mala alineación de los mismos, generando altas vibraciones en el equipo, y esta a su vez puede incidir en el desajuste de otros componentes de las bombas. Para ello se recomienda realizar paradas escalonadas y programadas de los equipos para verificar mensualmente la alineación de los ejes. Otro punto clave de atención son los Motores dañados, ya que esto incide directamente en la paralización total del bombeo siendo las causas más recurrentes el sobre voltaje y el desbalance con sistemas de detección nulos y mínimos respectivamente.

A pesar de no presentar modos de falla que representen un nivel de atención medio o alto, los tanques y fosas también poseen algunos modos de fallas que representan una amenaza latente al sistema. En el caso de los tanques los daños a las válvulas de retención en la entrada del tanque representan el riesgo más relevante en esta etapa del proceso, producto del desprendimiento u obstrucción de la lengüeta de retención, ocasionando la recirculación de fluidos y un bajo nivel en los tanques. El punto nodal radica en que los tanques no cuentan con mecanismos de respaldo para hacer el

reemplazo de las válvulas por lo que sería necesario dejar fuera de servicio uno de ellos para realizar la reparación.

En la evaluación de las fosas de decantación, se puede apreciar que se tratan de estructuras construidas de cemento y asfalto, las cuales reciben líquido continuamente, manteniendo un nivel constante en su interior. Sin embargo la erosión que puede llegar a generar ocasionaría eventualmente el derrumbe parcial de las paredes de la fosa, a pesar de ser una falla eventual su impacto sería de magnitud catastrófica en la continuidad del proceso, aunado a esto la inspección es el único mecanismo con el que se dispone lo cual vuelve indetectable este tipo de fallas. Siendo el único mecanismo de prevención la detención del proceso para realizar la inspección adecuada para este caso.

Con los resultados obtenidos mediante el diagnóstico y la evaluación de las etapas del proceso de manejo de agua de producción quedo en evidencia la necesidad reestructurar tanto los equipos como el procedimiento para el manejo del agua producida, para de este modo preservar la vida útil de los equipos de superficie e incrementar la eficiencia del proceso.

5.3.- Pasos para el desarrollo del plan de la Calidad.

➤ Identificación de la necesidad de un plan de la calidad en la organización.

El primer paso antes de comenzar a elaborar el plan de la calidad, fue realizar un diagnóstico profundo para determinar si realmente la estación Budare 2 necesita desarrollar un plan de calidad y por qué.

Un plan de la calidad describe los procesos que se deberían llevar a cabo dentro de la estación para cumplir con los requisitos básicos de calidad, tanto del proceso como de los equipos instalados y su producto final que es la inyección de agua de producción,

por lo que su desarrollo resulta útil para aquellas para demostrar cómo se desarrolla la gestión de la calidad o verificar que se cumple con los requisitos establecidos tanto por las leyes vigentes como por las normas internacionales aplicables al caso.

Este plan se visualiza como la referencia directa de este proceso, por lo que, además de orientar la práctica pueden ser un gran instrumento de evaluación.

➤ **Identificación de las entradas para el plan de la calidad.**

Una vez decidida la necesidad de diseñar y poner en marcha el plan de calidad, fue necesario identificar las entradas para programar el plan, es decir, definir **los** requisitos necesarios para su elaboración, relacionados con la legislación legal, los requerimientos de clientes, proveedores, recursos disponibles, la existencia de otros planes relevantes o aspectos relativos a la evaluación.

➤ **Definir el alcance del plan de la calidad.**

Una vez identificadas las entradas del plan se procedió a delimitar de forma clara el alcance del plan. De este modo se define el enfoque del proceso de manejo de agua de producción y se descomponen las acciones para analizar y describir las características del mismo.

➤ **Preparación del plan de la calidad.**

La preparación del plan de calidad requirió de la dedicación del autor del proyecto, quien fue responsable de la coordinación y elaboración del mismo, y de un equipo de trabajo que colaboro en su desarrollo.

La conformación del equipo natural de trabajo y la designación del autor como líder del proyecto fue el primer paso dentro de esta fase. Una vez hecho esto se procedió a recopilar la información y documentación necesaria para describir el plan. Gran Parte de esta información se encontraba en los archivos de la organización y en su sistema de la gestión. En conjunto con el equipo de trabajo se decidió bajo consenso que el plan

estaría definido en forma de matriz, ya que es lo que más se adecua a las características del plan, su complejidad y las necesidades del proceso.

Por otro lado, el plan debió tener un contenido coherente con el alcance definido, con las especificaciones del proceso, clientes internos y con las características de la organización.

➤ **Contenido del plan de la calidad.**

Para esta etapa se plasmaron todos los datos que irían reflejados en el plan, reflejando los datos necesarios para su desarrollo. Su contenido se basó fundamentalmente en las características del plan y de las necesidades del proceso. En tal sentido se expresaron los elementos exigidos por la norma ISO 10005:05, entre los cuales tenemos:

- El alcance del plan.
- Los elementos de entrada.
- Los objetivos que se pretenden alcanzar con el plan.
- La responsabilidad de la dirección.
- Cómo se debe llevar a cabo el control de los documentos, datos y del registro.
- La descripción de los recursos necesarios.
- Qué requisitos serán necesarios para la administración del plan
- Cómo se llevará a cabo la comunicación tanto interna como externa.
- Aspectos relevantes sobre el diseño y desarrollo del plan, relativos al control de cambios o su implementación.
- Se especificaron los requisitos y métodos que se para el control y preservación el producto.
- Se enunciaron los procesos de control, seguimiento y medición que se deben poner en marcha.

- Se defino la periodicidad de aplicación de las auditorías indicando la forma en que se llevaran a cabo
- Revisión, aceptación e implementación del plan de la calidad.

La última fase fue la revisión del plan y su aprobación final. Tras esta etapa, el plan queda listo para implementarse en la organización y aplicarse al proceso.

CAPITULO VI

LA PROPUESTA

6.1.- Formular plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción.

En el capítulo anterior se realizó una evaluación técnica, en la que se obtuvo como resultado la necesidad de desarrollar un plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2.

El plan de mejora de la propuesta está enfocado en una reestructuración al proceso en estudio, lo cual permitirá contar con una propuesta técnicamente factible que brinde la posibilidad de dar solución oportuna a los problemas detectados en el proceso en estudio y un plan de la calidad adaptado a los requerimientos fundamentales de la propuesta de reestructuración, a fin de gestionar de manera eficiente el proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2.

Título

Plan de mejora integral para incrementar la efectividad del proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2 de Petrolera Indovenzolana

Justificación.

Con la implantación de la propuesta de reestructuración y aplicación del plan de la calidad, la empresa contará con los mecanismos operacionales y de gestión para el manejo adecuado del agua de producción, esto le brindará la flexibilidad operacional suficiente como para incrementar su capacidad productiva, debido a que se contará con

los mecanismos idóneos para el tratamiento y disposición de los volúmenes de agua asociados al incremento de producción, brindando un mayor nivel de confianza que permitirá cumplir con el compromiso de producción adquirido por parte de la empresa, teniendo el respaldo de un sistema de indicadores que permite establecer los alertas para la puesta en marcha de acciones correctivas o preventivas de acuerdo a lo establecido en el plan de la calidad.

Objetivo.

Este documento tiene por objetivo presentar de forma clara y precisa la propuesta de reestructuración del proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2 y un plan de la calidad que permita gestionar de manera eficiente las actividades necesarias para el desarrollo del proceso.

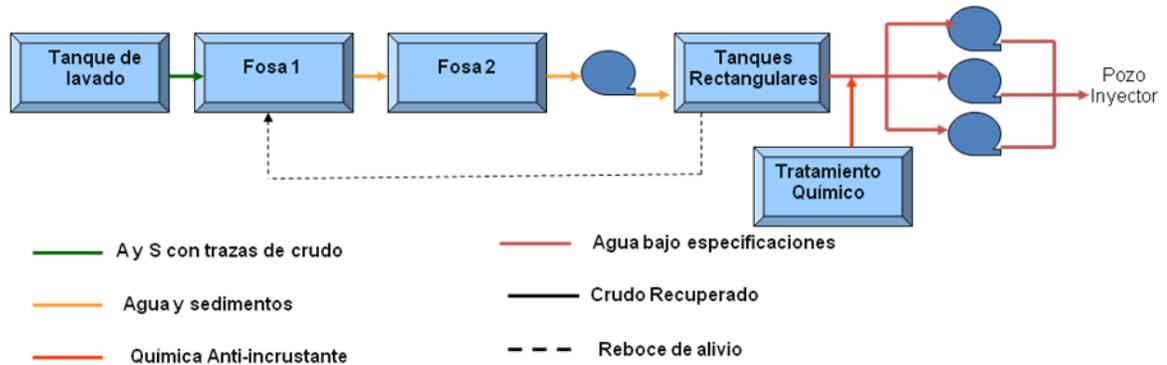
Alcance.

Se tiene comprendido como alcance de la propuesta el establecer una nueva configuración para el proceso de manejo de agua de producción junto con el desarrollo de un plan de calidad basado en la norma ISO 10005:05 tomando en consideración los fundamentos teóricos planteados en el capítulo II de esta investigación.

6.1.1.- Reestructuración del proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2.

En función de las tecnologías disponibles para ofrecer la mejor propuesta que se adapte a los requerimientos técnicos del proceso, brindando mayor eficiencia al mismo. Adicional a esto se propone un plan de mantenimiento preventivo respaldado con un sistema de indicadores de desempeño que permitirán evaluar frecuentemente las variables de operación del proceso y tomar las acciones preventivas de manera oportuna.

Figura Nº 6: Diagrama de proceso actual



Fuente: El Autor

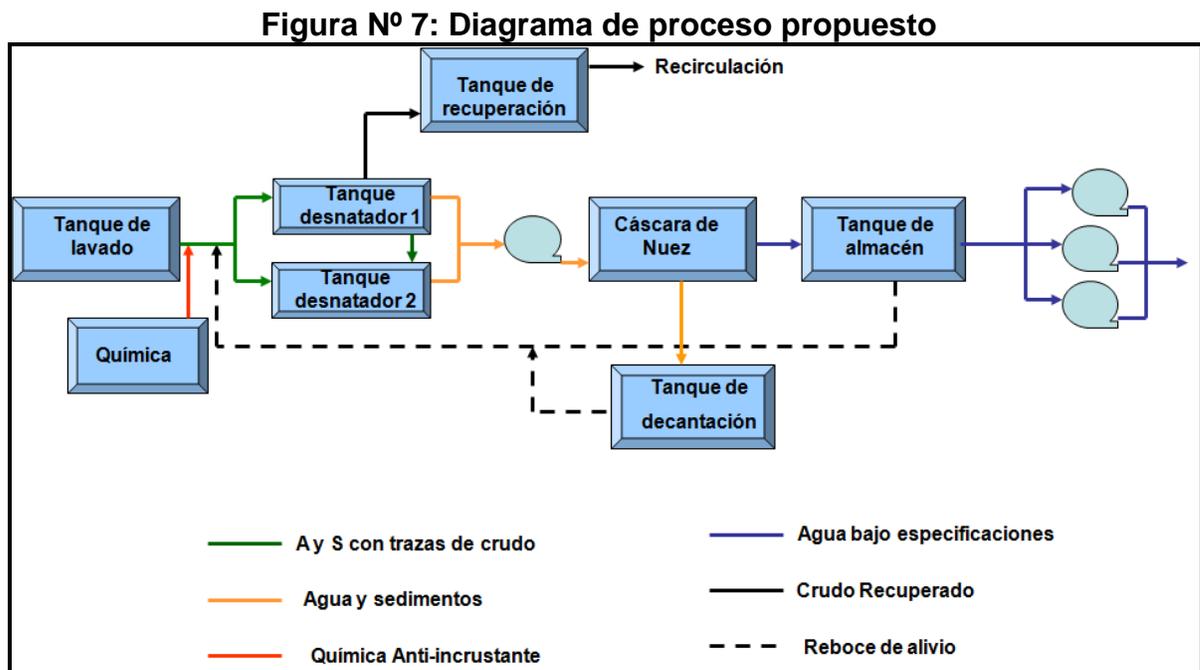
Tomando en consideración las tecnologías disponibles, en conjunto con el equipo de trabajo se realizó una selección de los equipos que se consideran más apropiados para el acondicionamiento del proceso.

Con el propósito de diseñar un proceso eficiente capaz de manejar el volumen de agua producida en la actualidad, con la suficiente flexibilidad para la incorporación de mayores volúmenes de fluido. Se podrán emplear equipos actualmente presentes, sin embargo será necesaria su reubicación y/o adecuación. El desarrollo de esta alternativa permitirá contar con sistemas redundantes para la recuperación de crudo, tratamiento Químico necesario para preservar la integridad de todos los equipos asociados al proceso, mecanismos para filtrado para la eliminación de partículas sólidas. Para el desarrollo de esta alternativa serán necesarios los siguientes elementos:

- 2 Tanques desnatadores.
- 1 Filtro cáscara de Nuez.
- Tratamiento químico
- Tanque para la recepción del crudo recuperado.
- Tanque para decantación de sólidos.
- Tanque de almacenamiento de agua

- Acondicionar y reubicar las bombas, para otorgar una mayor efectividad el sistema de bombeo.

El proceso funcionara bajo el siguiente esquema:



Fuente: El Autor

6.1.1.1.- Premisas de Diseño

Con la Intención de resguardar la integridad de la formación y evitar la incidencia negativa sobre el ambiente, cumpliendo con las normas de seguridad y protección al personal, pero sin poner en riesgo los requerimientos operacionales del proceso, se establecieron las siguientes consideraciones para el desarrollo de la propuesta.

- El sistema de almacenamiento debe ser seguro, manteniendo el fluido aislado (Que no pueda entrar en contacto con el ambiente ni con el personal).

- Deben existir tratamientos químicos a fin de evitar la corrosión en los equipos, la proliferación de colmenas bacteriológicas y prevenir la formación de cúmulos e incrustaciones.
- Debe estar en Capacidad de recuperar las trazas de crudo drenadas desde el tanque de lavado.
- Mantener un rango de inyección comprendido entre 0 BPM y 6 BPM.
- La presión de cabezal no debe superar la presión empleada para la cementación del pozo, de 1200 PSI, manteniendo un factor de seguridad de 0,75.
- En Vista de no existir estudios al núcleo del pozo inyector se tomara como referencia para el tamaño de las partículas a inyectar, lo establecido por ARPEL en su guía de tratamiento, donde se recomienda un tamaño máximo de partículas de 0,45 micras para la inyección a disposición.
- La tolerancia máxima de aceite en agua deberá ser de 20 PPM (Parámetros empleados por la división Junín)
- La tolerancia máxima de sólidos suspendidos no deberá exceder de 80 PPM. (Parámetros empleados por la división Junín)
- La tolerancia máxima de sólidos disueltos no deberá exceder de 2500 PPM. (Parámetros empleados por la división Junín)
- El proceso debe ser redundante.
- Flexibilidad operacional para incrementar la capacidad de manejo de volúmenes de agua.

6.1.1.2.- Descripción de los equipos a Utilizar

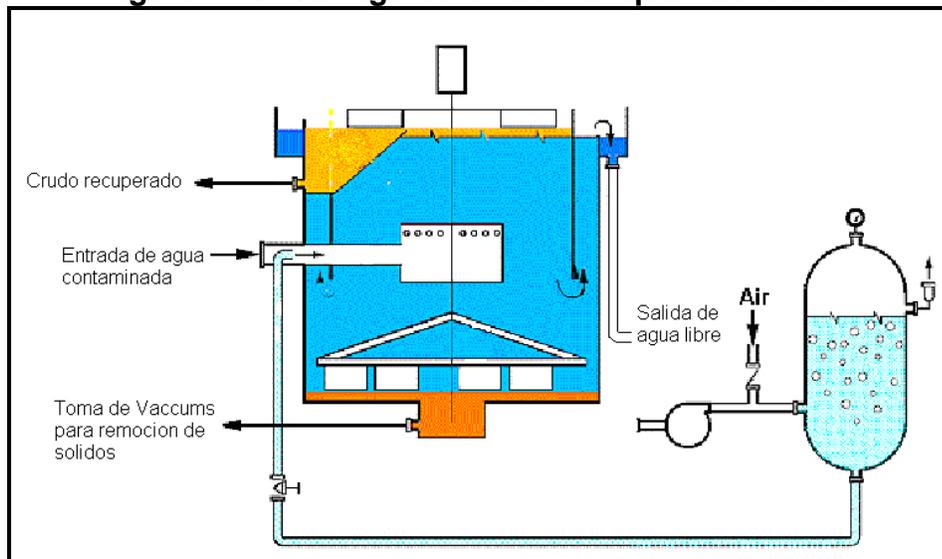
Tanque Desnatador

Es un tanque que opera a una presión ligeramente superior a la atmosférica. Tiene como objeto separar al hidrocarburo del agua mediante un proceso continuo de barrido y remoción de crudo (skimming). En ocasiones este tipo de tanques poseen arreglos de micro burbujas para facilitar la separación y flotación del crudo.

Estos recipientes deben constar de los siguientes elementos:

- **Fundaciones de cemento:** La estructura debe contar con una base lo suficientemente resistente que soporte la carga a la cual estará sometida el recipiente, sin ceder por hundimiento ni sufrir deformaciones.
- **Arreglo mecánico para desnatado:** el tanque deberá estar equipado con un arreglo mecánico de desnatado conformado por un brazo flotante que permitirá la remoción de la delgada capa de hidrocarburos que se crea en la parte superior del tanque producto de la diferencia de densidades. De igual forma se debe incorporar un sistema de barrido, compuestos por paletas de arrastre y bandeja de depósito, que permita remover las trazas de crudo de la superficie, esto debido a que las burbujas producidas arrastran a los contaminantes del agua formando cúmulos que ascienden a la superficie y deben ser removidos.
- **Agitador Mecánico:** Este equipo debe ser capaz de producir un vórtice que obligue al gas a dispersarse a fin de maximizar el contacto del gas con el flujo de agua, propiciando una separación más efectiva.
- **1 línea de reboce:** se instalara en la parte superior del tanque y será alimentada por el brazo flotante de desnatado, su función será la de conducir el crudo recuperado hacia un tanque de almacenamiento.
- **1 Toma de Vaccums:** Estará constituida por una válvula de compuerta a 2 pies de altura, la cual solo será empleada en caso de emergencia como mecanismo de drenaje, o para remover sólidos acumulados en el tanque de manera periódica.
- **1 línea de drenaje:** Será una línea que funcionara de manera continua, siendo su función principal conducir la mezcla de fluidos hacia los equipos de flotación para su separación. Esta toma deberá estar ubicada a 6 pies de altura.
- **2 líneas auxiliares:** deberán estar ubicadas a 2 pies de altura y equidistantes con la toma de vaccums y el drenaje continuo. Con el propósito de realizar drenajes intermitentes y evitar la acumulación de sólidos en el recipiente.

Figura N° 8: Configuración del Tanque Desnatador



Tratamiento químico

Se deberá contar con tres sistemas completos para tratamiento químico (Anti-incrustante, inhibidor de corrosión y biocida), lo cual debe incluir el equipo completo para recibir, almacenar y dosificar soluciones químicas diluidas. Cada sistema deberá incluir lo siguiente:

- Tanque de soluciones químicas.
- Agitador mecánico.
- Bomba dosificadora
- Instrumentación y control.
- Un patín estructural.

Todo el equipo deberá estar totalmente instalado sobre el patín, de esta forma la empresa podrá disponer del mismo para así colocarlo sobre una fundación en el lugar que se considere conveniente y conectar el sistema a la línea de flujo por donde circule el fluido que se desea tratar. El sistema deberá ser diseñado para almacenar y

suministrar la carga de químicos correspondiente a 24 horas de operación. Y sus condiciones deben ser adecuadas para funcionar a la intemperie.

- **Tanque de soluciones químicas:** deberá ser provisto de válvulas de drenaje, entrada de agua de dilución, succión de la bomba, rebose, indicador de nivel, alarma de bajo nivel, tapa con bisagra, soporte para el agitador y soporte estructural. Para el establecimiento de las capacidades, dimensiones y materiales, se deberá recurrir a las empresas químicas para que realicen la evaluación pertinente según las necesidades del sistema y las características del fluido.
- **Agitador mecánico:** Este equipo debe tener la capacidad de mezclar las soluciones que se especifiquen y para operar de manera continua.
- **Bomba dosificadora:** Se deberán utilizar bombas de desplazamiento positivo con válvula de seguridad interna y válvula de retención de bloqueo de doble bola. Deberá tener una capacidad de operación en cualquier rango comprendido entre el 0 y 100% de su capacidad de diseño. Esta bomba deberá succionar del tanque de solución y dosificar la solución diluida a la línea de flujo. Cada bomba deberá estar provista de manómetro, filtro, líneas de succión y descarga con drenaje y válvula de bloqueo.
- **Instrumentación y control:** el sistema de suministro de químicos debe estar provisto de un tablero de control en el que se incluyan las tuberías, cables y demás conexiones de manera que solo sea necesario conectarlo a la corriente monofásica. De igual forma debe contener un juego de interruptores de arranque y parada para cada bomba y para el agitador mecánico, representando a cada dispositivo en un panel de luces que indiquen su funcionamiento. Los controles instalados deben ser de fácil acceso, reparación y mantenimiento sin que interfiera con el funcionamiento de l resto del sistema.
- **Un patín estructural:** Será una estructura robusta y compacta en la que se ensamblaran y fijaran todos los componentes del sistema. Debe contener una plancha anti-deslizante en el área del panel de control, así como asas de

levantamiento para carga y descarga. La estructura debe estar debidamente conectada a tierra al igual que el resto de los componentes del sistema.

Otras consideraciones existentes deberán ser consultadas con los químicos especialistas de las empresas dedicadas a esta área.

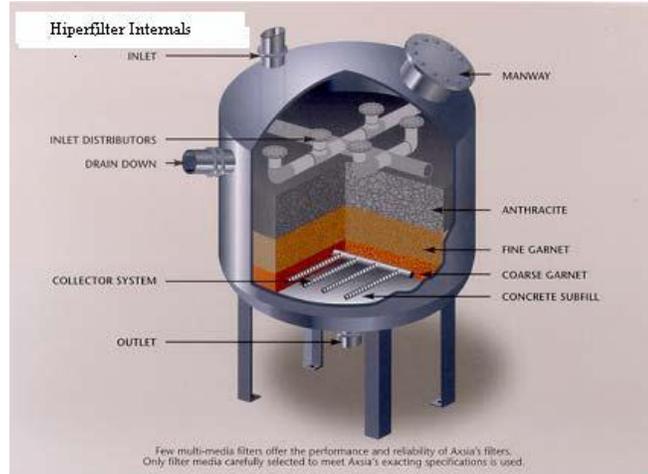
Filtro Cáscara de Nuez

Este tipo de filtros son equipos especialmente diseñados para remover sólidos suspendidos y aceite libre de fuentes de agua de producción e industriales que requieran cumplir con parámetros y condiciones de inyección exigentes, en su interior poseen tres capas de distintos tipos de nueces molidas (Nogal negra, pecanas y nogal ingles) que funcionan como lecho filtrante, y que son especiales para este tipo de procesos debido a su alto contenido de microporos que posee su superficie, por lo general operan en un rango de presión que oscila entre 25-40 Psig, con una temperatura máxima de 200 °F, garantizan un máximo de carga de aceite en agua a la descarga de 2 PPM y cuando la alimentación no sobrepasa los 80 PPM alcanza una eficiencia de remoción del 98% de las partículas mayores a 5 Micras y 95% a partículas Menores a 3 micras.

Este filtro deberá constar de los siguientes componentes:

- 1 recipiente cilíndrico metálico, para contenido de fluido
- 3 capas de cáscaras de nueces (Nogal Negra, Pecana y Nogal Ingles)
- 1 boca de visita
- 1 Línea de alimentación
- Arreglo interno de tubería para distribución uniforme del fluido
- 1 Línea de drenaje de agua limpia (Bajo especificaciones)
- 1 Línea de drenaje de agua sucia (Fuera de especificaciones)

Figura N° 9: Estructura interna del Filtro Cáscara de Nuez



Tanque de Almacenamiento

Un tanque almacenamiento es un recipiente cilíndrico construido de acero, empleado para contener el agua ya tratada que se encuentra bajo especificaciones y que será inyectada a la formación. El objetivo de este tanque es mantener una alimentación constante a las bombas de inyección de agua.

Para la construcción de la planta de tratamiento se deberá realizar la procura e instalación de un tanque de almacenamiento con capacidad de 5 MBLS, este recipiente deberá constar de los siguientes elementos:

- **Fundaciones de cemento:** La estructura debe contar con una base lo suficientemente resistente que soporte la carga a la cual estará sometida el recipiente, sin ceder por hundimiento ni sufrir deformaciones.
- **1 línea de reboce:** se instalara en la parte superior del tanque que servirá como mecanismo de alivio y que tendrá retorno al tanque de recibo. Su función es la de evitar el desbordamiento del tanque y los incrementos de presión dentro del mismo.
- **1 Toma de Vaccums:** Estará constituida por una válvula de compuerta a 2 pies de altura, la cual solo será empleada en caso de emergencia como mecanismo

auxiliar de drenaje, o para remover sólidos acumulados en el tanque de manera periódica.

- **1 línea de drenaje:** Será una línea que funcionara de manera continua, siendo su función principal conducir el agua ya tratada y bajo especificaciones hacia la succión de las bombas de inyección. Esta toma deberá estar ubicada a 6 pies de altura

Tanque de Decantación de Sólidos

Un tanque de decantación de sólidos es un recipiente cilíndrico empleado para la recepción de los fluidos provenientes del proceso de filtrado que no cumple con las especificaciones mínimas para su inyección. Su funcionamiento se basa únicamente en la acción de la gravedad, por lo que solo es posible separar del agua los sólidos sedimentales y la materia flotante. En este recipiente, las partículas que ingresan tienen ciertas características que producen la floculación durante la sedimentación. Así, al chocar una partícula con otra, ambas se unen formando una nueva partícula de mayor tamaño (Cúmulo), aumentando su velocidad de sedimentación

Para la construcción de la planta de tratamiento se deberá realizar la procura e instalación de un tanque de decantación de sólidos con capacidad de 1,5 MBLS, este recipiente deberá constar de los siguientes elementos:

- **Fundaciones de cemento:** La estructura debe contar con una base lo suficientemente resistente que soporte la carga a la cual estará sometida el recipiente, sin ceder por hundimiento ni sufrir deformaciones.
- **1 línea de reboce:** se instalara en la parte superior del tanque que servirán para remover las partículas flotantes (aceite) que hayan sido arrastrada hasta este punto, otra función es la de evitar el incremento de presión en el tanque y el desbordamiento del mismo.
- **Arreglo interno de baffles:** Debe poseer un arreglo sencillo de baffles, lo cual permitirá incrementar la superficie de contacto con el fluido, para así reducir su

turbulencia, intensificar el choque de partículas y acelerar el proceso de sedimentación.

- **3 Toma de Vaccums:** Estará constituida por una válvula de compuerta a 2 pies de altura, la cual solo será empleada de forma periódica como mecanismo de drenaje para remover sólidos acumulados en el tanque.

Bombas Reciprocantes

Para la puesta en marcha del sistema de bombeo será necesario aplicar un mantenimiento nivel 3 a las cinco bombas reciprocantes presentes en el proceso actual. De igual forma los equipos deberán ser reubicados para aprovechar su desempeño de una mejor manera, de acuerdo a sus características de funcionamiento. De este modo el sistema quedara dividido en 3 partes.

- Bombeo de Crudo Recuperado
- Transferencia de Agua
- Inyección de Agua

Bombeo de crudo Recuperado

Para el bombeo de crudo recuperado se empleara la bomba N° 5 del proceso actual, siendo esta una Bomba Reciprocante tipo Duplex, marca Garden Denver con una potencia de 90 HP capaz de manejar un caudal de 2.4 MBD. La cual funciona impulsada por un motor Baldor, modelo M41181. La succión de la bomba debe ser conectada a la línea drenaje del tanque de almacenamiento de crudo, y descargar a la línea de alimentación del tren de calentamiento de modo que pueda ser retratado e incorporado a la producción. El bombeo se realizara de forma intermitente de acuerdo a los niveles de crudo alcanzados dentro del tanque.

Transferencia de Agua

En vista que los niveles de agua producida en la actualidad oscilan entre 3,1 y 5,1 MBD es necesario colocar un equipo capaz de manejar estos volúmenes sin representar un cuello de botella y que a la vez proporcione cierta flexibilidad para el manejo de mayores volúmenes de fluido. Aunado a esto los tanques desnatadores no incrementan la velocidad de flujo dentro del proceso, sino que por el contrario logra su efectividad a través de la residencia del fluido, por lo que es necesario conectar un dispositivo que permita mantener un flujo continuo hacia el sistema de filtrado sin interferir en la eficiencia del proceso, por lo que se recomienda hacer uso de la actual Bomba N° 4, la cual es una Bomba Reciprocante tipo triplex, marca Gaso con una capacidad de bombeo 8 MBD y una potencia de 100 HP, impulsada por un motor Toshiba que alcanza hasta 1125 RPM.

Inyección de Agua

Con la correcta ejecución del mantenimiento a los equipos, las Bombas N° 1, 2 y 3 (todas Reciprocantes tipo triplex) del proceso actual, pueden seguir siendo utilizadas para el proceso de inyección, debido a que aun están en capacidad de manejar los volúmenes diarios de agua, producidos para la fecha. El Primer equipo, es una bomba marca Nacional Oilwel, modelo 300TP-8 con una capacidad máxima de bombeo de 9 MBD, impulsada por un motor Baldor de 1185 RPM. La segunda bomba es un equipo marca Gaso modelo 3775 con una capacidad máxima de bombeo de 5 MBD, impulsada por un motor Weg de 1125 RPM. Y el ultimo de los equipos se trata de una Bomba Garden Denver con una capacidad máxima de Bombeo de 3MBD impulsada por un motor World WIDE de 1190 RPM.

6.1.1.3.- Descripción del Proceso

Recepción y separación del fluido.

El proceso constará de dos tanques desnatadores, de 3 MBLS de capacidad cada uno. En condiciones normales de operación, el primer tanque funcionara como tanque de recibo, que será alimentado por el agua proveniente del proceso de deshidratación de la estación Budare 2, el fluido que ingresara a este tanque podrá tener hasta un 10% de crudo en promedio dentro de su contenido, en conjunto con los sólidos y demás componentes primarios propios del agua de producción. En este primer tanque los productos químicos comienzan a surtir efecto y se da inicio a la separación primaria de la mezcla. A partir de allí el agua será enviada hasta el siguiente tanque para la separación y remoción de aceites. Ambos tanques tendrán un arreglo interno especial para tener la facilidad de operar como desnatadores. Estos tanques en condiciones normales operarán en serie, con las facilidades y conexiones necesarias para operar en paralelo, según lo ameriten las operaciones.

Filtrado

La corriente de agua y sedimentos proveniente del sistema de separación deberá ser conducida hacia un filtro haciendo uso de una bomba de transferencia que permita mantener un flujo constante dentro de la línea que alimenta en proceso de filtrado. El equipo que se recomienda para tal fin será un filtro Cáscara de Nuez, según las características de este dispositivo, el fluido deberá ingresar por una conexión lateral a una presión de 40 PSI aproximadamente, este tipo de filtros poseen en su interior literalmente cáscaras de nueces molidas, dispuestas de tal manera que permite entrapar gran cantidad de sólidos en su interior e incluso aceites e hidrocarburos, su configuración interior está constituida de capas paralelas de cáscaras de nueces depositadas en el fondo del tanque funcionando de una forma similar a la de un filtro de carbón activado, la cáscara de nuez es coalescedora, a la vez que retiene sólidos en sus poros lo que la hace ideal para este tipo de procesos.

De este modo el flujo de agua y sedimentos ingresa al filtro y por acción del bombeo continuo se empuja el agua hacia el fondo haciéndola pasar entre las cáscaras de nueces, dejando la mayor cantidad de sólidos atrapados en la superficie de las cáscaras, Por la finura que poseen las cáscaras de nueces molidas, el tamaño de partícula que puede fluir a través de ella es muy pequeño, sin embargo el sistema deberá contar con un analizador en línea que permita corroborar si el tamaño de partícula y demás componentes del agua cumplen con los requerimientos para su inyección. De este modo se obtendrán nuevamente dos corrientes de flujo, agua clarificada en la parte inferior que será destinada al almacenamiento, y otra corriente de agua con alto contenido de sólidos (similar a un lodo ligero) en la parte superior que será dirigida hacia el tanque de decantación.

Para el mantenimiento de este tipo de filtros en ocasiones es necesario someterlos a un proceso de retrolavado, en el que un flujo de agua limpia se hace ingresar por la parte inferior del filtro, con el propósito de remover todas las partículas sólidas adheridas a las cáscaras de nueces y hacerlas salir por la parte superior, de este modo se puede lograr que el filtro recupere sus condiciones normales de operación.

Decantación de Sólidos

La corriente de agua con alto contenido de sólidos proveniente del filtro cáscara de nuez deberá ingresar a un tanque con una capacidad de 1,5 MBLs para su decantación, este tanque deberá tener un reboce en la parte superior para que los sólidos depositados en la parte inferior no sean arrastrados y que el agua (aun fuera de especificaciones) pueda ser devuelta al inicio del proceso para ser tratada nuevamente. De igual forma este tanque deberá tener múltiples tomas de drenaje en la parte inferior para que los sólidos decantados puedan ser removidos periódicamente mediante Vacuums para su manejo y disposición fuera de la planta.

Almacenamiento y Despacho

El proceso de almacenamiento estará dividido en 2 partes, la primera de ellas destinada al almacenamiento del crudo recuperado a lo largo del proceso, el cual será alimentado por los tanques desnatadores, el crudo allí almacenado podrá ser aprovechado para incrementar la producción, al recircularlo por todo el proceso de deshidratación, incorporándolo a la línea de flujo que alimenta el tren de calentamiento de la estación.

La segunda parte del almacenamiento se realizara en un tanque de 5 MBLS de capacidad, el cual recibirá el agua ya tratada y clarificada, proporcionando una alimentación constante al sistema de bombeo.

Bombeo e Inyección.

Para el proceso de bombeo se podrá hacer uso de las tres bombas reciprocantes tipo triplex conectadas en paralelo, que se encuentran actualmente en la estación, debido a que estas aun se encuentran en capacidad de manejar los volúmenes de agua asociados al proceso, para tener una mejor capacidad de bombeo en la inyección, se podrá hacer uso de las bombas N° 1, 2 y 3 dejando a la bomba 5 como mecanismo de bombeo del crudo recuperado y la bomba 4 podrá ser utilizada como bomba de transferencia (De los tanques desnatadores hacia el filtro)

Tratamiento químico

Los productos químicos establecidos para contrarrestar la incidencia negativa del agua sobre los equipos y sobre el pozo inyector son Anti-incrustantes, Inhibidores de corrosión, biocida y química reversa.

El **Anti-Incrustante** se debe inyectar de forma continua aguas arriba, con la finalidad de evitar incrustaciones en los equipos, tuberías, y demás sistemas aguas abajo, de acuerdo a los resultados de la caracterización físico-química del agua de producción proveniente del tanque de lavado de la estación Budare 2 se determino que el fluido

posee alta tendencia incrustante por lo que se justifica la inclusión de este tipo de tratamientos en el proceso.

El **Inhibidor de Corrosión** se deberá aplicar de forma continua en la línea de entrada a la planta de tratamiento, para reducir la concentración de oxígeno, cloruros y regular el pH del agua a fin de minimizar los problemas de corrosión

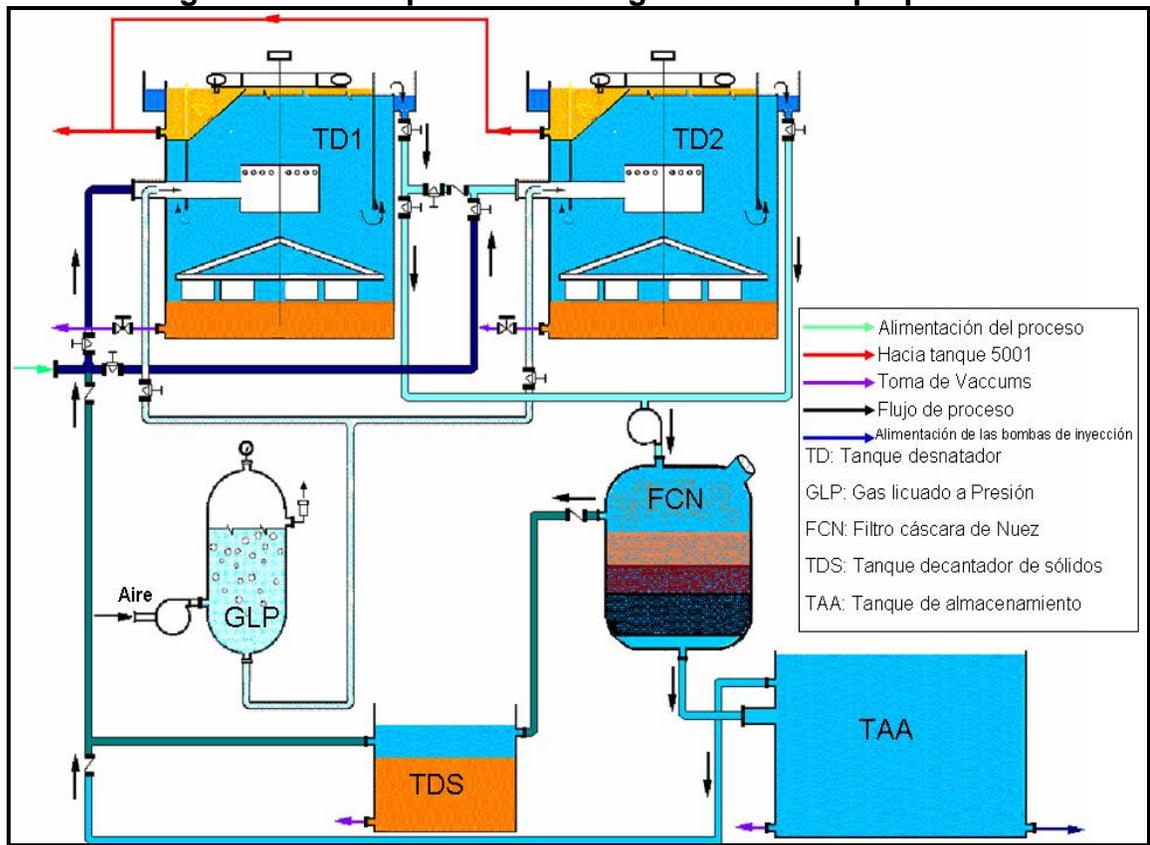
La **Química Reversa** (Desemulsificante) se deberá inyectar en forma continua en la línea de entrada a la planta, para desestabilizar la emulsión de hidrocarburo, promover la aglomeración de coágulos y facilitar el proceso de clarificación del agua.

En el caso del **Biocida** este tendrá que ser inyectado de forma discontinua (Por Baches) de acuerdo con el potencial bacteriológico del agua, con el fin de evitar la proliferación de bacterias sulfato reductoras y bacterias del hierro, debido a que este tipo de bacterias cuando forman colinas tienden a constituir por si solas sólidos suspendidos, sin dejar de lado que las bacteria promueven la corrosión de los materiales y formación de sólidos proveniente de los equipos que pueden generar taponamiento. Es necesario acotar que en el momento que se inyecten biocida se debe interrumpir por 24 horas la inyección del resto de productos químicos para evitar la formación de conglomerados gelatinosos.

Plot Plan

Para el desarrollo e implantación de la propuesta se recomienda que el proceso tenga la siguiente configuración:

Figura N° 10: Esquema de configuración de la propuesta



La norma **PDVSA IR-M-01** establece los lineamientos a seguir para la construcción de infraestructuras, tomando en consideración el espacio mínimo que debe existir entre equipos. Según lo establecido por dicha norma, se pudo notar que la estación Budare 2, no cumple con las especificaciones mínimas de seguridad, ni el espacio suficiente para la implantación de nuevas estructuras de gran envergadura.

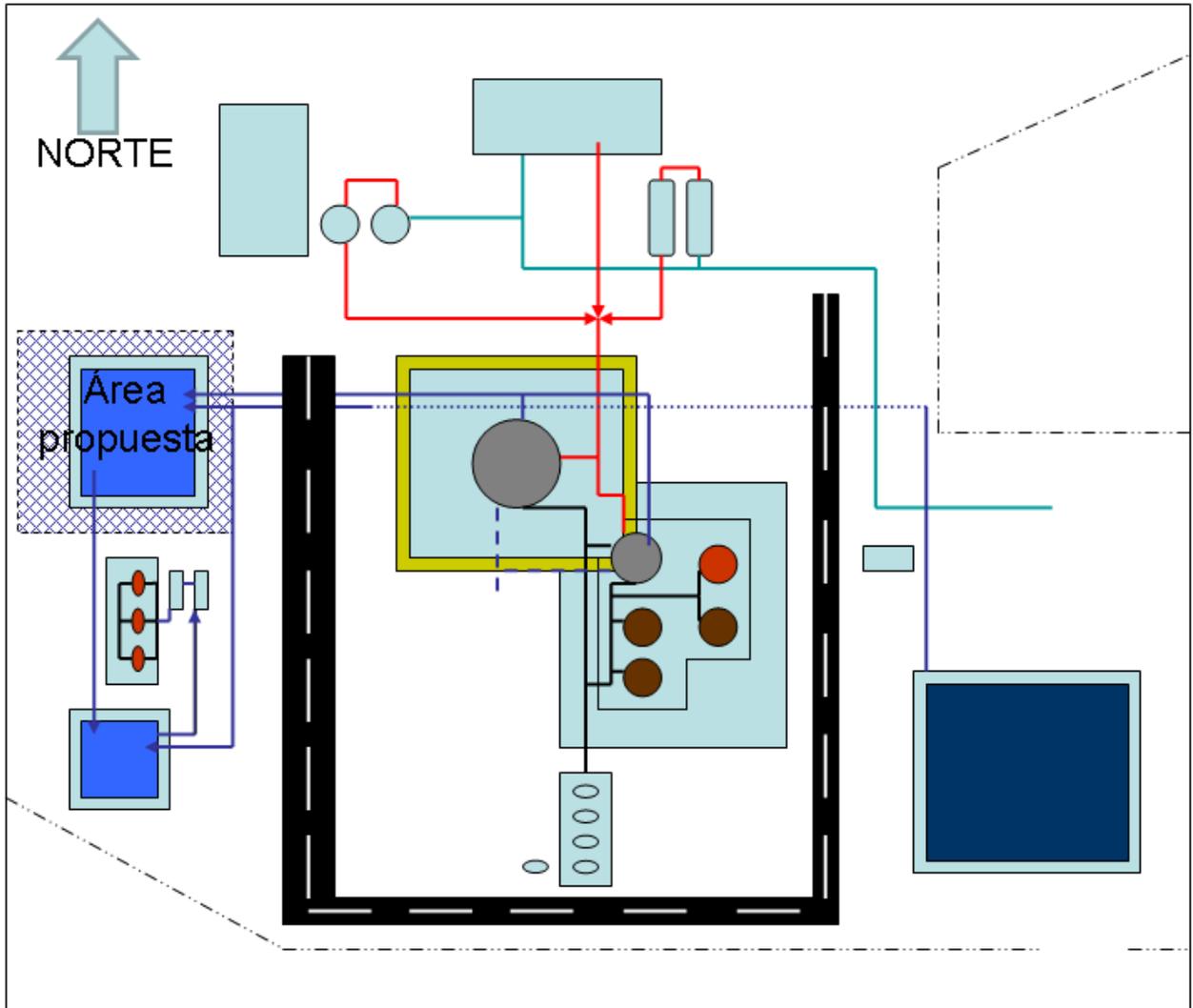
En el caso de la construcción de una planta de tratamiento físico-químico, por tratarse de un proceso en el que manejaran desechos industriales, fluidos corrosivos e incrustantes, junto con productos químicos se deben considerar los siguientes aspectos para su ubicación.

- Estar en el lugar más alejado de la estación a favor de la dirección de los vientos predominantes.

- Ubicarse en una zona de menor altura que la del tanque de lavado para aprovechar la acción de la gravedad a la entrada del proceso.
- Respetar el espacio mínimo entre equipos.

Tomando en consideración estas acotaciones se recomienda que para la selección del área a emplear para la ubicación de la plata se considere el siguiente diagrama, debido a que los vientos predominantes van en sentido este-oeste, además que se trata de la zona más baja de la estación, tomando en cuenta que para ello lo más recomendable es realizar el sesgado de la fosa N° 1.

Figura N° 11: Área propuesta para la ubicación de la planta



6.1.1.4.- Programa de Mantenimiento a los equipos propuestos para el proceso de manejo de agua de producción en la estación Budare 2

La propuesta de reestructuración planteada anteriormente, requerirá de mecanismos de gestión para la preservación de sus componentes, como parte de los elementos que integran el plan integral de mejora y por ende el plan de la calidad, con el propósito de unificar los criterios para la ejecución del mantenimiento se desarrolló un programa de mantenimiento que servirá de base para el desarrollo de las labores preventivas en pro de la preservación de los elementos propuestos.

En ese orden de ideas, el programa de mantenimiento que a continuación se muestra forma parte de las propuestas medulares que integran el plan de la calidad para el proceso de manejo de agua de producción en la estación Budare 2.

Tabla N° 20: Programa de Mantenimiento de Tanque de Almacenamiento de Agua

Tanque de almacenamiento de Agua					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripcion de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duracion	Responsable
1	Diario	Chequeo rutinario del estado operacional del tanque de almacenamiento de agua	Operador / Supervisor	20 min	Mantenimiento Operacional
2		Inspeccion visual de los componentes del tanque y sus alrededores	Operador / Supervisor	15 min	
3		Inspeccion visual del estado operacional de valvulas lineas y conexiones para corroborar que no existen filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
4		Medir los niveles de fluido para verificar que el proceso se este dando con normalidad	Operador / Supervisor		
5		Inspeccion visual a las lineas de entrada y salida del tanque de almacenamiento de agua	Operador / Supervisor		
6		Medir y registrar las variables que intervienen en el proceso	Operador / Supervisor		
7		Inspeccionar que la boca de visita del tanque de almacenamiento de agua no presenta filtraciones	Operador / Supervisor		
9	Semanal	Inspeccion y ajuste de las conexiones del tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento	20 min	
10		Inspeccion visual a la valvula de drenaje, para corroborar que no presenten filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
11		Limpiar el area alrededor del tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento	1 hora	
12		Calibracion de las valvulas de control de flujo y demas variables del proceso	Instrumentista	25 min	
13	Mensual	Inspeccion y ajuste de las tuercas de la boca de visita del tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
14		Inspeccion visual de las soldaduras del tanque, para verificar su hermeticidad.	Operador / Supervisor	1 hora	
15		Ajustar las valvulas de paso de entrada y salida del tanque de recibo según la demanda de inyeccion a los pozos	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
16	Timestral	Lubricacion de las valvulas asociadas al tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	2 horas	
17	Semestral	Limpieza y drenaje de las valvulas del tanque para evitar acumulacion de solidos en las mismas	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	1 Dia	
18		Limpieza interna y lubricacion de las valvulas del tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas		
19	Anual	Drenaje total del tanque, abrir la boca de visita y respiradores para mantenimiento interno del tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de Mantenimiento	1 semana	Mantenimiento Mayor
20		Limpieza interna del tanque de almacenamiento de agua con quimicos especiales	Cuadrilla de Mantenimiento		
22		Aplicar pintura y tratamiento anticorrosivo a la estructura externa del tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento		
23		Realizar medicion de espesores de las paredes y piso del tanque con analisis de ultra sonidos	Personal tecnico especializado	1 Dia	
24		Reemplazo de empacaduras de la boca de visita y valvulas del tanque de almacenamiento de agua	Cuadrilla de Mantenimiento	30 min	
25		Inspeccion interna de la integridad de las valvulas conectadas al tanque de almacenamiento de agua	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de	1 Dia	
26		Realizar medicion de espesores a las lineas y conexiones presentes en el tanque de almacenamiento de agua	Personal tecnico especializado		
27		Inspeccionar y aplicar recubrimiento anticorrosivo a las lineas y conexiones del tanque	Cuadrilla de Mantenimiento		
28	3 Años	Reemplazo de las valvulas de entrada, salida y drenaje conectadas al tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de	5 horas	

Fuente: El Autor.

Tabla N° 21: Programa de Mantenimiento de Tanque de Decantación de Sólidos

Tanque de Decantacion de Solidos					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripcion de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duracion	Responsable
1	Diario	Chequeo rutinario del estado operacional del tanque de decantacion de solidos	Operador / Supervisor	20 min	Mantenimiento Operacional
2		Inspeccion visual de los componentes del tanque y sus alrededores	Operador / Supervisor	15 min	
3		Inspeccion visual del estado operacional de valvulas lineas y conexiones para corroborar que no existen filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
4		Medir los niveles de fluido para verificar que el proceso se este dando con normalidad	Operador / Supervisor		
5		Inspeccion visual a las lineas de entrada y salida del tanque de decantacion de solidos	Operador / Supervisor		
6		Medir y registrar las variables que intervienen en el proceso	Operador / Supervisor		
7		Inspeccionar que la boca de visita del tanque de decantacion de solidos no presenta filtraciones	Operador / Supervisor		
9	Semanal	Inspeccion y ajuste de las conexiones del tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento	20 min	
10		Inspeccion visual a la valvula de drenaje, para corroborar que no presenten filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
11		Limpiar el area alrededor del tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento	1 hora	
12		Calibracion de las valvulas de control de flujo y demas variables del proceso	Instrumentista	25 min	
13	Mensual	Inspeccion y ajuste de las tuercas de la boca de visita del tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
14		Inspeccion visual de las soldaduras del tanque, para verificar su hermeticidad.	Operador / Supervisor	1 hora	
15		Ajustar las valvulas de paso de entrada y salida del tanque de recibo según la demanda de inyeccion a los pozos	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
16	Timestral	Lubricacion de las valvulas asociadas al tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	2 horas	
17	Semestral	Limpieza y drenaje de las valvulas del tanque para evitar acumulacion de solidos en las mismas	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	1 Dia	
18		Limpieza interna y lubricacion de las valvulas del tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas		
19	Anual	Drenaje total del tanque, abrir la boca de visita y respiradores para mantenimiento interno del tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de Mantenimiento	1 semana	
20		Limpieza interna del tanque de decantacion de solidos con quimicos especiales	Cuadrilla de Mantenimiento		
22		Aplicar pintura y tratamiento anticorrosivo a la estructura externa del tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento		
23		Realizar medicion de espesores de las paredes y piso del tanque con analisis de ultra sonidos	Personal tecnico especializado	1 Dia	
24		Reemplazo de empacaduras de la boca de visita y valvulas del tanque de decantacion de solidos	Cuadrilla de Mantenimiento	30 min	
25		Inspeccion interna de la integridad de las valvulas conectadas al tanque de decantacion de solidos	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de	1 Dia	
26		Realizar medicion de espesores a las lineas y conexiones presentes en el tanque de decantacion de solidos	Personal tecnico especializado	5 horas	
27		Inspeccionar y aplicar recubrimiento anticorrosivo a las lineas y conexiones del tanque	Cuadrilla de Mantenimiento		
28	3 Años	Reemplazo de las valvulas de entrada, salida y drenaje conectadas al tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de		Mantenimiento Mayor

Fuente: El Autor.

Tabla N° 22: Programa de Mantenimiento de Bombas Reciprocantes (1/2)

Sistema de Bombeo					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripción de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duración	Responsable
1	Diario	Realizar inspección visual de la estructura que resguarda los componentes del sistema de bombeo	Operador/Supervisor	20 min	Mantenimiento Operacional
2		Realizar inspección visual de las condiciones de las chumaceras, cojinetes, camisas, sellos, pistones y lubricación de la bomba y el motor.	Operador/Supervisor		
3		Prestar atención a los ruidos o vibraciones inusuales y verificar la temperatura de los componentes de la bomba y el motor	Guardabombas y ayudante	10 min	
5		Inspeccionar el eje del motor y de la bomba para verificar que no haya elementos que obstruyan su libertad de	Tecnico-mecanico y ayudante	30 min	
6		Verificar los niveles de aceite y la lubricación de los componentes de la bomba y el motor	Guardabombas y ayudante	25 min	
7		Inspección de los empaques y tuberías de la bomba para verificar que no hayan fugas	Guardabombas y ayudante		
8		Semanal	Realizar limpieza a los alrededores del área operacional del sistema de bombeo	Cuadrilla de mantenimiento	
9	Inspeccionar las juntas de las válvulas y sellos mecánicos para verificar que no hayan filtración		Tecnico-mecanico y ayudante		
10	Inspeccionar y ajustar las chumaceras partes móviles y la carcasa		Guardabombas y ayudante	45 min	
11	Inspeccionar y registrar los datos de presión a la entrada y salida de la bomba		Operador/Supervisor	30 min	
12	Realizar análisis de vibraciones a la bomba y el motor		Tecnico-mecanico y ayudante		
13	Revisión del voltaje que suministra el transformador a la línea de alimentación del motor		Tecnico Electricista	15 min	
14	Mensual	Drenar el lubricante de la bomba y lavar el depósito con solvente	Guardabombas y ayudante	1 hora	
15		Reabastecer el depósito de la bomba con nuevo lubricante	Guardabombas y ayudante	20 min	
16		Revisión de empaaduras (engrasar y/o reemplazar de ser necesario)	Tecnico-mecanico y ayudante	1 hora	
17		Rotar manualmente el eje y los cojinetes para comprobar su libertad de giro	Tecnico-mecanico y ayudante	10 min	
18		Reemplazo de aceite en los cojinetes	Guardabombas y ayudante	30 min	
19		Inspeccionar y ajustar el anclaje de la bomba y el motor	Cuadrilla de mantenimiento	20 min	
20		Cambio de rodamiento, limpieza de recipientes y reemplazo de lubricante en el motor	Tecnico-mecanico y ayudante	40 min	
21	Inspección los cimientos y ajuste de los pernos de sujeción en la base de la bomba y el motor para verificar que estén apretados.	Cuadrilla de mantenimiento			
22	Trimestral	Revisar los empaques de la bomba y el motor, Reemplazarlos si así se requiere	Tecnico-mecanico y ayudante	1 hora	
23		Cambiar el aceite en la bomba y el motor luego de cumplir las 2000 horas de operación.	Guardabombas y ayudante		
24		Verificar la alineación y acoples entre la bomba y el motor para corroborar que operen de manera balanceada	Guardabombas y ayudante	30 min	
25		Limpieza y calibración de las válvulas de control de flujo, reguladores y controladores de presión	Instrumentista/ mantenedor	1 hora	

Fuente: El Autor.

Tabla N° 23: Programa de Mantenimiento de Bombas Reciprocantes (2/2)

Sistema de Bombeo					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripción de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duración	Responsable
26	Timestral	Verificar y actualizar los registros de las variables de operación (Caudal, presión, velocidades y espesores de la tubería), mediante análisis ultrasonido y observación de indicadores	Personal Técnico Especializado	2 horas 30 min	Mantenimiento Operacional
27	Semestral	Cambio de grasa en los rodamientos	Guardabombas y ayudante	40 min	Mantenimiento Mayor
28		Inspeccionar y/o reemplazar los anillos de lubricación y camisas de los ejes	Guardabombas, Técnico- mecánico y ayudantes		
29		Calibración de la instrumentación	Instrumentista	2 horas	
30		Balanceo del motor	Guardabombas y ayudante	25 min	
31		Verificar que no exista sobrecarga mecánica en el motor			
32		Verificar las temperaturas en los componentes del motor y la bomba	Guardabombas y ayudante	15 min	
33	Anual	Reemplazo de empaaduras y sellos mecánicos	Técnico-mecánico y ayudante	1 día	
34		Inspeccionar obras civiles y las bases de apoyo de los motores y las bombas	Operador/Supervisor	45 min	
35		Revisar y ajustar cojinetes en los soportes y cuellos del eje de la bomba y el motor	Técnico-mecánico y ayudante	3 horas	
36		Inspeccionar y/o reemplazar las camisas de los ejes	Técnico-mecánico y ayudante	3 horas	
37		Aplicar pinturas y recubrimientos anticorrosivos a las obras civiles e instalaciones existentes en el área	Cuadrilla de mantenimiento	2 días	
38		Aplicar pinturas y recubrimientos anticorrosivos a las carcasas de las bombas y motores	Cuadrilla de mantenimiento	2 días	
39		Desconectar el motor y balancear la fase	Técnico Electricista	30 min	
40		Verificar la resistencia eléctrica del estator	Técnico Electricista		
41		Revisar el sistema puesta a tierra del motor	Técnico Electricista		25 min
42		2 años	Inspecciones y pruebas dielectricas a las propiedades del aceite	Técnico Electricista	1 Día
43	5 años	Realizar pruebas dielectricas, sobrepotencial, de alta frecuencia o la de factores de potencia	Técnico Electricista		

Fuente: El Autor.

Tabla N° 24: Programa de Mantenimiento de Tanque Desnatador

Tanque de Desnatador					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripción de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duración	Responsable
1	Diario	Chequeo rutinario del estado operacional del tanque desnatador	Operador / Supervisor	20 min	Mantenimiento Operacional
2		Inspeccion visual de los componentes del tanque y sus alrededores	Operador / Supervisor	15 min	
3		Inspeccion visual del estado operacional de valvulas lineas y conexiones para corroborar que no existen filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
4		Medir los niveles de fluido para verificar que el proceso se este dando con normalidad	Operador / Supervisor		
5		Inspeccion visual a las lineas de entrada y salida del tanque desnatador	Operador / Supervisor		
6		Medir y registrar las variables que itervienen en el proceso	Operador / Supervisor		
7		Inspeccionar que la boca de visita del tanque desnatador no presenta filtraciones	Operador / Supervisor		
8	Semanal	Inspeccion y ajuste de las conexiones del tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento	20 min	
9		Inspeccion visual a la valvula de drenaje, para corroborar que no presenten filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
10		Limpiar el area alrededor del tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento	1 hora	
11		Calibracion de las valvulas de control de flujo y demas variables del proceso	Instrumentista	25 min	
12	Mensual	Inspeccion y ajuste de las tuercas de la boca de vicia del tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
13		Inspeccion visual de las soldaduras del tanque, para verificar su hermeticidad.	Operador / Supervisor	1 hora	
14		Ajustar las valvulas de paso de entrada y salida del tanque desnatador según la demanda de inyeccion a los pozos	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
15	Timestral	Lubricacion de las valvulas asociadas al tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	2 horas	
16	Semestral	Limpieza y drenaje de las valvulas del tanque para evitar acumulacion de solidos en las mismas	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	1 Dia	
17		Limpieza interna y lubricacion de las valvulas del tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas		
18	Anual	Drenaje total del tanque, abrir la boca de visita y respiradores para mantenimiento interno del tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de Mantenimiento	1 semana	
19		Inspeccionar y/o realizar mantenimiento al brazo flotante, y al resto del arreglo mecanico del tanque desnatado	Cuadrilla de Mantenimiento		
20		Limpieza interna del tanque desnatador con quimicos especiales	Cuadrilla de Mantenimiento		
21		Aplicar pintura y tratamiento anticorrosivo a la estructura externa del tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento		
22		Realizar medicion de espesores de las paredes y piso del tanque con analisis de ultra sonidos	Personal tecnico especializado	1 Dia	
23		Reemplazo de empacaduras de la boca de visita y valvulas del tanque desnatador	Cuadrilla de Mantenimiento	30 min	
24		Inspeccion interna de la integridad de las valvulas conectadas al tanque desnatador	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de Mantenimiento	1 Dia	
25	Anual	Realizar medicion de espesores a las lineas y conexiones presentes en el tanque desnatador	Personal tecnico especializado	5 horas	
26		Inspeccionar y aplicar recubrimiento anticorrosivo a las lineas y conexiones del tanque	Cuadrilla de Mantenimiento		
27	3 Años	Reemplazo de las valvulas de entrada, salida y drenaje conectadas al tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de Mantenimiento		

Fuente: El Autor.

Tabla N° 25: Programa de Mantenimiento de Tanque de Crudo Recuperado

Tanque de Crudo recuperado					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripcion de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duracion	Responsable
1	Diario	Chequeo rutinario del estado operacional del tanque de almacenamiento de crudo	Operador / Supervisor	20 min	Mantenimiento Operacional
2		Inspeccion visual de los componentes del tanque y sus alrededores	Operador / Supervisor	15 min	
3		Inspeccion visual del estado operacional de valvulas lineas y conexiones para corroborar que no existen filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
4		Medir los niveles de fluido dentro del tanque	Operador / Supervisor		
5		Inspeccion visual a las lineas de entrada y salida del tanque de almacenamiento de crudo	Operador / Supervisor		
6		Medir y registrar las variables que intervienen en el proceso	Operador / Supervisor		
7		Inspeccionar que la boca de visita del tanque de recibo no presenta filtraciones	Operador / Supervisor		
8	Semanal	Inspeccion y ajuste de las conexiones del tanque de almacenamiento de crudo	Cuadrilla de Mantenimiento	20 min	
9		Inspeccion visual a la valvula de drenaje, para corroborar que no presenten filtraciones	Operador / Supervisor	10 min	
10		Limpia el area alrededor del tanque de almacenamiento de crudo	Cuadrilla de Mantenimiento	1 hora	
11		Calibracion de las valvulas de control de flujo y demas variables del proceso	Instrumentista	25 min	
12	Mensual	Inspeccion y ajuste de las tuercas de la boca de visita del tanque de almacenamiento de crudo	Cuadrilla de Mantenimiento	15 min	
13		Inspeccion visual de las soldaduras del tanque, para verificar su hermeticidad.	Operador / Supervisor	1 hora	
14	Timestral	Lubricacion de las valvulas asociadas al tanque de recibo	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	2 horas	
15	Semestral	Limpieza y drenaje de las valvulas del tanque para evitar acumulacion de suciedad en las mismas	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas	1 Dia	
16		Limpieza interna y lubricacion de las valvulas del tanque de almacenamiento de crudo	Cuadrilla de Mantenimiento/ Instrumentistas		
17	Anual	Drenaje total del tanque, abrir la boca de visita y respiradores para mantenimiento interno del tanque de almacenamiento de crudo	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de Mantenimiento	1 semana	
18		Limpieza interna del tanque de almacenamiento de crudo con quimicos especiales	Cuadrilla de Mantenimiento		
19		Aplicar pintura y tratamiento anticorrosivo a la estructura externa del tanque de almacenamiento de crudo	Cuadrilla de Mantenimiento		
20		Realizar medicion de espesores de las paredes y piso del tanque con analisis de ultra sonidos	Personal tecnico especializado	1 Dia	
21		Reemplazo de empaaduras de la boca de visita y valvulas del tanque de almacenamiento de crudo	Cuadrilla de Mantenimiento	30 min	
22		Inspeccion interna de la integridad de las valvulas conectadas al tanque de almacenamiento de crudo	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de	1 Dia	
23		Realizar medicion de espesores a las lineas y conexiones presentes en el tanque de almacenamiento de crudo	Personal tecnico especializado		
24		Inspeccionar y aplicar recubrimiento anticorrosivo a las lineas y conexiones del tanque	Cuadrilla de Mantenimiento	5 horas	
25	3 Años	Reemplazo de las valvulas de entrada, salida y drenaje conectadas al tanque	Operador / Supervisor/ Cuadrilla de		

Fuente: El Autor.

Tabla N° 26: Programa de Mantenimiento de Filtro Cáscara de Nuez (1/3)

FILTRO CASCARA DE NUEZ					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripcion de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duracion	Responsable
1	Diario	Monitoreo rutinario de las variables de operación del filtro cascara de nuez	Operador / Supervisor	30 min	Mantenimiento Operacional
2		Verificar la no presencia de filtraciones en la carcasa del recipiente.	Operador / Supervisor		
3		Realizar inspeccion visual a las valvulasconectadas en las lineas de entrada y salida de fluidos	Operador / Supervisor		
4		Verificar que la boca de visita del recipiente no presente filtraciones	Operador / Supervisor		
5		Registrar caudales y mediante indicadores verificar el correcto accionar de las variables de operacion	Istrumentista		
6		Inspeccionar el funcionamiento operacional de la bomba de alimentacion del filtro	Operador / Supervisor	20 min	
7		Verificar el funcionamiento de los interruptores On/OFF de la bomba de alimentacion del filtro	Istrumentista		
8		Inspeccionar los valores de entrada y salida de fluido del filtro cascara de nuez (Indicadores)	Istrumentista		
9		visualizar que las bridas y juntas a la entrada y salida del equipo no presenten filtraciones	Operador / Supervisor		
10		Revisar el buen funcionamiento de apertura y cierre del sistema de valvulas involucradas en el proceso de filtrado	Operador / Supervisor		
11		Verificar que la Bomba de alimentacion no presente filtraciones	Operador / Supervisor / Instrumentista		
12		Revisar que las valvulas impulsoras del filtro operen correctamente	Operador / Supervisor / Instrumentista		
13		Verificar el correcto funcionamiento del controlador de nivel	Operador / Supervisor / Instrumentista		
14		Inspeccionar la apertura y cierre de las valvulas de drenaje del filtro	Operador / Supervisor / Instrumentista		
15		Visualizar y registrar los parametros de operacion indicados por los instrumentos asociados al filtro	Operador / Supervisor / Instrumentista		
16		Verificar que los instrumentos, controles y lineas de flujo funcionen adecuadamente y no presenten filtraciones	Operador / Supervisor		
17	Semanal	Ajuste periodico de las conexiones del filtro	Cuadrilla de Mantenimiento	30 min	
18		Verificar el correcto funcionamiento de los interruptores de baja presion, parada, arranque etc	Operador / Supervisor / Instrumentista		
19		Realizar inspeccion visual a los componentes del sistema de retrolavado			
20		Ajuste periodico de las valvulas en los alrededores del filtro	Operador / Supervisor	20 min	
21		Verificar el funcionamiento de las valvulas de alivio (para casos de emergencia asegurar el accionar de las mismas)	Operador / Supervisor		
22		Calibracion de las valvulas de control presentes en el filtro	Istrumentista	15 min	
23		Inspeccionar el estado de las empacaduras	Operador / Supervisor		
24		Verificar la correcta lubricacion de las bombas de retrolavado	Operador / Supervisor / Instrumentista		
25		Verificar la correcta lubricacion de las bombas de alimentacion	Operador / Supervisor / Instrumentista		

Fuente: El Autor.

Tabla N° 27: Programa de Mantenimiento de Filtro Cáscara de Nuez (2/3)

FILTRO CASCARA DE NUEZ					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripcion de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duracion	Responsable
26	Mensual	Tomar muestras y analizar las condiciones de entrada y salida de fluido del filtro cascara de nuez	Personal tecnico especializado	30 min	Mantenimiento Operacional
27		Verificar el correcto funcionamiento del sistema de retrolavado y todos sus componentes	Operador / Supervisor / Instrumentista		
28		Limpiar los alrededores del filtro	Cuadrilla de Mantenimiento	1 hora	
29		Inspeccional detalladamente el eje la manga del filtro	Operador / Supervisor	15 min	
30		Verificar y Ajustar las conexiones en los alrededores del filtro	Cuadrilla de Mantenimiento		
31		Realizar limpieza de la superficie del empaque	Cuadrilla de Mantenimiento		
32		Trimestral	Inspeccionar el revestimiento del filtro (filtracion, hermeticidad, que no presente grietas)	Operador / Supervisor	
33	Verificar y limpiar el tapon magnetico para eliminar cualquier residuo solido acumulado		Cuadrilla de Mantenimiento		
34	Lubricar las valvulas que componen el sistema filtrado		Cuadrilla de Mantenimiento	40 min	
35	Semestral	Limpieza y drenaje de las lineas asociadas al proceso de filtrado	Cuadrilla de Mantenimiento / Instrumentista	2 horas	Mantenimiento Mayor
36		Limpieza interna y lubricacion de las valvulas asociadas al proceso de filtrado	Cuadrilla de Mantenimiento / Instrumentista		
37		Chequear detalladamente los controladores de nivel del filtro y todos sus componentes	Istrumentista	25 min	
38		Inspeccion interna y lubricacion de las valvulas de drenaje y reemplazar componentes dañados	Istrumentista	1 hora	
39		Inspeccion interna y lubricacion de las valvulas de paso de entrada y salida del filtro	Cuadrilla de Mantenimiento		
40		Limpieza interna y drenaje de las lineas para retirar acumulacion de suciedad en las conexiones	Cuadrilla de Mantenimiento	2 horas	
41	Anual	Chequear y/o reemplazar bridas, valvulas, conexiones, lineas de flujo etc (de ser necesario)	Cuadrilla de Mantenimiento / Instrumentista	3 horas	
42		Reemplazo programado de las valvulas de paso de entrada y salida del filtro	Istrumentista	1 hora	
43		Aplicar recubrimiento y proteccion anticorrosiva a la estructura externa del filtro	Cuadrilla de Mantenimiento	1 dia	
44		Realizar medicion de espesores de las lineas y conexiones presentes en el proceso de filtrado	Personal tecnico especializado	1 semana	
45		Aplicar proteccion anticorrosiva a las lineas y conexiones asociadas al proceso	Cuadrilla de Mantenimiento		
46		Reemplazo programado de empaques	Cuadrilla de Mantenimiento		
47		Reemplazo programado de la manga del eje	Cuadrilla de Mantenimiento		
48		Reemplazo de los sellos mecanicos de la bomba de retrolavado	Istrumentista		
49		Reemplazo o reparacion de los componentes rotativos de la bomba	Cuadrilla de Mantenimiento		
50	3 años	Drenar el filtro cascara de nuez, abrir la boca de visita y respiradores, realizar mantenimiento interno programado	Personal tecnico especializado	2 semanas	

Fuente: El Autor.

Tabla N° 28: Programa de Mantenimiento de Filtro Cáscara de Nuez (3/3)

FILTRO CASCARA DE NUEZ					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripcion de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duracion	Responsable
51	3 años	Limpieza interna del filtro con productos quimicos (desengrasante)	Cuadrilla de Mantenimiento	2 semanas	Mantenimiento Mayor
52		Aplicar pintura y recubrimiento anticorrosivo a la estructura interna del filtro	Cuadrilla de Mantenimiento		
53		realizar medicion de espesores a las paredes del filtro	Personal tecnico especializado		
54		Reemplazo programado del medio filtrante (Cascaras de nogal negras, cascara de pacanas y cascara de nogal)	Personal tecnico especializado		

Fuente: El Autor.

Tabla N° 29: Programa de Mantenimiento de Sistema de Inyección de Químico (1/2)

Sistema de Tratamiento Químico					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripción de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duración	Responsable
1	Diario	Chequeo del funcionamiento operacional de los componentes del sistema	Operador / Supervisor	30 min	Mantenimiento Operacional
2		Inspeccionar el nivel de químico dentro del tanque	Operador / Supervisor		
3		verificar que no existan filtraciones en los tanques de almacenamiento de químico	Operador / Supervisor		
4		Verificar el funcionamiento del indicador de nivel	Operador / Supervisor		
5		Verificar que la bomba dosificadora este aviva	Operador / Supervisor		
6		Revisar mediante inspeccion visual los interruptores on/off de bajo y alto nivel	Operador / Supervisor	20 min	
7		Visualizar que se este realizando la inyeccion de quimicos en la linea de flujo	Operador / Supervisor		
8		Inspeccionar la valvula de salida de quimicos	Operador / Supervisor		
9		Verificar las temperaturas en los componentes del sistema	Operador / Supervisor		
10		Verificar que la dosis de quimicos inyectada sea la correcta	Operador / Supervisor		
11	Semanal	Inspeccion detallada de las lineas de descarga del sistema	Operador / Supervisor	15 min	
12		Calibracion de las valvulas de control de inyeccion	Instrumentista		
13		Inspeccionar la presencia de vibraciones en las bombas	Operador / Supervisor		
14		Visualizar los indicadores y registrar los datos de las variables del proceso	Operador / Supervisor	30 min	
15		Visualizar y ajustar (de ser necesario) las conexiones de los componentes del sistema	Operador / Supervisor		
16		Limpieza del area y alrededores del sistema	Cuadrilla de Mantenimiento	1 hora	
17	Mensual	Ajuste de las valvulas del sistema	Instrumentista		
18		Lubricacion de las Valvulas	Instrumentista		
19		Inspeccionar y ajustar el patin estructural para evitar vibraciones	Mantenedor		
20	Trimestral	Lubricar la bomba dosificadora y limpiar el deposito de la misma con solvente	Mantenedor	45 min	
21		Drenar las lineas del sistema para retirar la suciedad acumulada	Operador / Instrumentista		
22	Semestral	Inspeccionar y/o reemplazar el controlador de nivel y sus demas componentes.	Operador / Instrumentista		
23		Limpieza y drenaje de la lineas de inyeccion de quimicos	Mantenedor / Instrumentista		
24		Inspeccionar y/o reemplazar las valvulas actuadoras de nivel y sus demas componentes.	Mantenedor / Instrumentista		
25		Limpieza interna y lubricacion de las valvulas del sistema	Mantenedor / Instrumentista		

Fuente: El Autor.

Tabla N° 30: Programa de Mantenimiento de Sistema de Inyección de Químico (2/2)

Sistema de Tratamiento Químico					
Items	Frecuencia de Mantenimiento	Descripción de la Actividad de Mantenimiento	Recurso Humano Necesario	Duración	Responsable
26	Anual	Drenar el tanque de químicos, abrir la tapa para mantenimiento interno (Programado)	Cuadrilla de Mantenimiento	2 días	Mantenimiento Mayor
27		Chequear y/o reemplazar bridas, valvulas y conexiones del sistema	Cuadrilla de Mantenimiento		
28		Reemplazar empaaduras y sellos de mecanicos de las bombas	Cuadrilla de Mantenimiento		
29		Retirar y limpiar el indicador de nivel para limpieza mecanica con solvente	Instrumentista		
30		Inspeccionar la integridad del patin estructural	Operador / Supervisor	1 semana	
31		Aplicar pintura y recubrimiento anticorrosivo a las estructuras y componentes del sistema	Cuadrilla de Mantenimiento		
32		Reemplazo de empaaduras	Cuadrilla de Mantenimiento		
33		Inspeccion Interna de las valvulas asociadas al sistema	Instrumentista		
34		Realizar medicion de espesores a las lineas y conexiones	Personal tecnico especializado		
35		2 años	Reemplazo de todas las valvulas del sistema		

Fuente: El Autor.

Para dar atención a aquellos equipos que resultaron con un NPR elevado luego de la aplicación del AMEF, se diseñaron formatos técnicos en los que se podrá vaciar la información requerida para el reporte, atención y control de las fallas detectadas en los equipos existentes y en los propuestos una vez aplicada la propuesta (ver apéndices A, B, C, D, E, F). Así mismo la aplicación periódica del análisis de modo de fallas sirve para alimentar al plan de la calidad, ya que la información obtenida en este análisis sirve como punto de partida para conocer los puntos críticos del proceso, establecer la programación del mantenimiento y focalizar la medición de variables a través de los indicadores de gestión, ya que en función del número de prioridad relativa (NPR) obtenido en cada etapa del proceso se podrán establecer y definir la ruta crítica para la ejecución de las actividades de inspección, supervisión y mantenimiento, de este modo el AMEF respaldará la programación de mantenimiento y las gestiones plasmadas en el plan de la calidad.

6.1.1.5.- Sistema de indicadores de desempeño, para el control del proceso de manejo de agua de producción.

Todo plan requiere de mecanismos de medición y cuantificación para determinar si los parámetros planificados se encuentran o no bajo control técnico, de este modo se puede determinar el grado de cumplimiento de lo planificado en función de los recursos empleados para ello (Eficiencia), a fin de impulsar la correcta ejecución del plan de la calidad se debió en primera instancia identificar los parámetros a controlar desde las perspectivas de calidad de agua de inyección, mantenimiento, apoyo logístico y recursos económicos, una vez hecho esto se procedió a establecer metas para cada parámetro de control, estas metas debían ser medibles por lo que se establecieron formulas que contribuyeran a la cuantificación de los parámetros y de este modo corroborar que el mismo se encuentre en control.

Todo lo antes mencionado conforma en conjunto el sistema de indicadores que permitirá medir la eficiencia del proceso controlar eficazmente los parámetros que se desean monitorear. En ese sentido el sistema de indicadores pasa a ser parte de las propuestas medulares que dan fuerza al plan de la calidad desarrollado a lo largo de este proyecto, brindando datos oportunos para la toma de decisiones y aplicación de acciones correctivas.

Parámetros a controlar en Cuanto a Calidad del Agua de inyección, Mantenimiento, Apoyo Logístico y Economía.

Con el propósito fundamental de planear estrategias, que permitan ejecutar de forma acertada las actividades planteadas en el programa de mantenimiento, en pro de maximizar la eficiencia del proceso y prestar atención inmediata a las anomalías que puedan llagar a presentar los equipos, fue necesario establecer metas puntuales que permitan controlar el avance hacia el logro del objetivo principal, que es el de lograr un sistema altamente eficiente.

Del mismo modo estas metas brindan la posibilidad de evaluar periódicamente el avance de las labores ejecutadas, con el propósito de realizar los ajustes necesarios en caso de que se presente algún tipo de desviación con respecto al plan original.

Tabla N° 31: Metas Establecidas Para el Control de la Calidad del Agua de Inyección

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	METAS PARA EL CONTROL DE DESEMPEÑO DEL PROCESO
CALIDAD DEL AGUA	
<p> Lograr que el contenido de Aceite en Agua no supere los 20 PPM, El agua de inyeccion debe poseer un maximo de 80 PPM de solidos suspendidos. El Agua debe ser lo mas neutra posible (pH entre 6-8) El contenido de cloruros debera ser menor a 1000 PPM La presencia de sulfatos no debe sobrepasar una concentacion 1000 PPM Lograr que el contenido de Hierro no sobrepase los 10 PPM en su concentracion El contenido total de solidos Disueltos debe mantenerse por debajo de 2500 PPM de su concentracion. </p>	

Fuente: El Autor

Tabla N° 32: Metas Establecidas Para el Control del Mantenimiento de los Equipos

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	METAS PARA EL CONTROL DE DESEMPEÑO DEL PROCESO
MANTENIMIENTO	
<p> Alcanzar una eficiencia del mantenimiento superior al 90% Mantener el total de ordenes de trabajo pendientes menor al 10% Lograr que el indice de tiempo de ejecucion de mantenimiento sea menos a 1 Alcanzar un promedio maximo de 3 ordenes de trabajo por dia Lograr un que el indice de atencion a la falla sea superior a 80% Mantener una disponibilidad Global superior al 90% Lograr un tiempo promedio de 5 horas para atencion y reparacion de las fallas </p>	

Fuente: El Autor

Tabla N° 33: Metas Establecidas Para el Control del Apoyo Logístico

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	METAS PARA EL CONTROL DE DESEMPEÑO DEL PROCESO
APOYO LOGISTICO	
<p>Lograr que la cantidad de trabajos realizados por contratacion a terceros no supere el 20%</p> <p>Que el almacen mantenga un stock para en la entrega de materiales y herramientas superior al 80%</p> <p>Que el tiempo promedio de espera para recepcion de materiales no supere la 2 horas por requisicion</p>	

Fuente: El Autor

Tabla N° 34: Metas Establecidas Para el Control de los Recursos Económicos

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	METAS PARA EL CONTROL DE DESEMPEÑO DEL PROCESO
ECONOMIA	
<p>Lograr que los costos por reparacion de averias no sobre pasen el 30% de presupuesto de mantenimiento.</p> <p>Lograr que los costos de Mantenimiento Correctivo sean menores del 20% del presupuesto de mantenimiento.</p> <p>Los costos de Materiales, Repuestos y Herramientas no deben sobre pasar el 60% del presupuesto</p> <p>El costo promedio por ordenes de trabajos debe ser menor a 50.000 Bs</p> <p>El costo promedio de Mantenimiento por equipo debe ser menor a 100.000 Bs</p>	

Fuente: El Autor

Formulas e intervalos de medición para calcular los indicadores.

Las metas establecidas en el paso anterior debían contar con algún tipo de metodología o procedimiento de evaluación que de una forma sencilla y rápida permita evaluar de forma cuantitativa el desempeño de las actividades ejecutadas, para así poder realizar los ajustes a las estrategias o establecer un nuevo plan de acción de ser necesario. Los valores obtenidos mediante los cálculos al ser comparados con las metas establecidas nos indicaran que tan acertado o desviado se encuentra el proceso con respecto al plan original. A continuación se muestra la descripción de cada indicador, incluyendo la forma para calcularlos y la frecuencia en que deben ser medidos.

Tabla N° 35: Descripción de Indicadores de Calidad del Agua a Inyectar (1/2)

		DESCRIPCION DE INDICADORES	
CALIDAD DEL AGUA A INYECTAR			
NOMBRE DEL INDICADOR: Concentracion de Aceite en agua			
PROPOSITO: Evaluar la condicion toxica del agua de inyeccion, asi como determinar la cantidad de crudo que esta siendo desperdiciada mediante la inyeccion,			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
Aceite en agua	Analizar Muestras en laboratorio		Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Total de solidos Suspendidos			
PROPOSITO: Determinar la tendencia taponante del agua de inyeccion			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
TSS	Analizar Muestras en laboratorio		Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Neutralidad del Agua			
PROPOSITO: Determinar la tendencia incrustante y corrosiva del agua de inyeccion			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
pH	Analizar Muestras en laboratorio		Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Concentracion de Cloruros			
PROPOSITO: Evaluar el potencial corrosivo del agua			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
Cl	Analizar Muestras en laboratorio		Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Concentracion de Sulfatos			
PROPOSITO: Determinar el potencial que posee el agua para formar colmenas bacteriologicas			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
SO4	Analizar Muestras en laboratorio		Mensual

Fuente: El Autor

Tabla N° 36: Descripción de Indicadores de Calidad del Agua a Inyectar (2/2)

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	DESCRIPCION DE INDICADORES	
CALIDAD DEL AGUA A INYECTAR		
NOMBRE DEL INDICADOR: Concentracion de Hierro		
PROPOSITO: Evaluar potencial corrosivo y tendencia a formar lodos de hierro		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
Fe	Analizar Muestras en laboratorio	Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Total de solidos disueltos		
PROPOSITO: Mecanismo de control, para conocer la concentracion total de iones minerales en el agua.		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
TSD	Analizar Muestras en laboratorio	Mensual

Fuente: El Autor

Tabla N° 37: Descripción de Indicadores de Mantenimiento (1/2)

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	DESCRIPCION DE INDICADORES	
MANTENIMIENTO		
NOMBRE DEL INDICADOR: Eficiencia del Mantenimiento		
PROPOSITO: Evaluar el cumplimiento de la mayoría de las labores de mantenimiento de acuerdo con la programación realizada		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
EM	$(OT \text{ Terminadas} \times 100) / OT \text{ Programadas}$	Trimestral
NOMBRE DEL INDICADOR: Ordenes de Trabajos Pendientes		
PROPOSITO: Evaluar cuan atrasados se encuentran la ejecución de las labores de mantenimiento en contraste con lo establecido en el programa		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
OTP	$(OT \text{ Incompletas} \times 100) / OT \text{ Programadas}$	Trimestral
NOMBRE DEL INDICADOR: Indice de tiempos de Ejecucion del Mantenimiento		
PROPOSITO: Evaluar en tiempo real la eficacia del mantenimiento, si el indice es menor a 1 las labores se ejecutaron según lo programado, pero si el indice es superior a 1 indicara que hubo falencias que interrumpieron la ejecución oportuna de las labores.		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
IEM	$\text{Tiempo de ejecución de mantenimiento} / \text{Tiempo programado para mantenimiento}$	Semestral
NOMBRE DEL INDICADOR: Promedio de Oredenes de trabajo		
PROPOSITO: Determinar Cuantas ordenes de trabajo son emitidas en promedio diariamente		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
POT	$\text{Total de OT emitidas} / N^\circ \text{ de dias del periodo}$	Semestral
NOMBRE DEL INDICADOR: Indice de Atencion a la falla		
PROPOSITO: Determinar de manera porcentual la cantidad de fallas atendidas de acuerdo con el numero de fallas reportadas		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
IAF	$(N^\circ \text{ de fallas atendidas} \times 100) / N^\circ \text{ de fallas Reportadas}$	Trimestral

Fuente: El Autor

Tabla N° 38: Descripción de Indicadores de Mantenimiento (2/2)

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	DESCRIPCION DE INDICADORES	
MANTENIMIENTO		
NOMBRE DEL INDICADOR: Disponibilidad Global		
PROPOSITO: Determinar porcentualmente cuanto tiempo el proceso y/o sus componentes estuvieron a la disposicion para cumplir con sus funciones		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
DG	$\frac{\text{Tiempo en Operacion} \times 100}{\text{Tiempo e Operacion} + \text{Tiempo Fuera de Servicio}}$	Semestral
NOMBRE DEL INDICADOR: Tiempo Promedio para reparacion de las fallas		
PROPOSITO: Estimar Puntualmente la cantidad de horas promedio que son empleadas para la atencion de reparacion de las fallas		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
TPRF	$\frac{\text{Total de horas de atencion a la falla}}{\text{Total de fallas por periodo}}$	Trimestral

Fuente: El Autor

Tabla N° 39: Descripción de Indicadores del Apoyo Logístico

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	DESCRIPCION DE INDICADORES	
APOYO LOGISTICO		
NOMBRE DEL INDICADOR: Contratacion a Terceros		
PROPOSITO: Evaluar si la cantidad de trabajos de mantenimiento realizados por contratacion a terceros implican un alto costo en comparacion con el beneficio obtenido. Lo que se busca es que la empresa cuente con la mayor cantidad de personal y herramientas para la ejecucion del mantenimiento		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
TCT	$(N^{\circ} \text{ de trabajos de terceros} \times 100) / \text{total de trabajos realizados}$	Trimestral
NOMBRE DEL INDICADOR: Abastecimiento del Almacen		
PROPOSITO: Evaluar si dentro del almacen se cuenta con la cantidad de materiales y herramientas necesarias para la ejecucion de las labores de mantenimiento.		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
AA	$(N^{\circ} \text{ de Mat y Herr Recibidas} \times 100) / N^{\circ} \text{ de mat y herr solicitados}$	Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Tiempo Medio Para Recepcion de Materiales		
PROPOSITO: Poder estimar si las labores de mantenimiento son retrasadas producto de la gestion del almacen		
NOMBRE CORTO	FORMULA	FRECUENCIA DE MEDICION
TMRM	Total tiempo en espera / N° total de requisiciones por periodo	Mensual

Fuente: El Autor

Tabla N° 40: Descripción de Indicadores de Recursos Económicos

		DESCRIPCION DE INDICADORES	
ECONOMIA			
NOMBRE DEL INDICADOR: Costos por Avería			
PROPOSITO: Estimar que porcentaje del presupuesto de mantenimiento es empleado para cubrir los costos asociados a las averías menores			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
CA	$\frac{\text{(Total de costos por avería X 100)}}{\text{Presupuesto total de Mtto}}$		Anual
NOMBRE DEL INDICADOR: Costos por Mtto Correctivo			
PROPOSITO: Estimar que porcentaje del presupuesto de mantenimiento es empleado para cubrir los costos asociados al Mantenimiento Correctivo			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
CMC	$\frac{\text{(Total de costos mtto correctivo X 100)}}{\text{Presupuesto total de Mtto}}$		Anual
NOMBRE DEL INDICADOR: Costos de Materiales y repuestos			
PROPOSITO: Estimar que porcentaje del presupuesto mensual de mantenimiento es empleado para cubrir los costos asociados a la compra de Materiales y repuestos			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
CMR	$\frac{\text{(Total de costos de materiales y repuestos X 100)}}{\text{Presupuesto mensual de Mtto}}$		Mensual
NOMBRE DEL INDICADOR: Costo Promedio de Ordenes de Trabajo			
PROPOSITO: Estimar el costo que representa en promedio la ejecución de las ordenes de trabajo			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
CPOT	$\frac{\text{Costo total de OT}}{\text{N° OT ejecutadas}}$		Anual
NOMBRE DEL INDICADOR: Costo Promedio de Mantenimiento por Equipo			
PROPOSITO: Estimar puntualmente los costos promedios de por la atención particular de cada equipo			
NOMBRE CORTO	FORMULA		FRECUENCIA DE MEDICION
CPME	$\frac{\text{Costo total de de mtto por equipo}}{\text{N° de paradas por mtto}}$		Anual

Fuente: El Autor

Acción Correctiva para la Desviación de los Indicadores

Dentro de un proceso en el que intervienen tantas variables, operacionales y administrativas, es común ver que existan sucesos que alteren dichas variables, llevándolas a rangos encuentren fuera de los parámetros establecidos en las metas originales, sin embargo debe existir un plan de respaldo en el que se establezcan las primeras acciones a ejecutar para estabilizar el proceso mientras se reorienta el plan de acción que normalice las actividades

Tabla N° 41: Acciones correctivas para desviaciones de variables (1/2)

 ACCIONES PARA CORREGIR DESVIACIONES DE INDICADORES	
NOMBRE CORTO	ACCIONES
Aceite en agua	Verificar el suministro de microburbujas a los tanques desnatadores, ajustar el brazo flotante, verificar la concentración y eficiencia de la química inyectada
TSS	Aplicar retrolavado al filtro cascara de nuez para eliminar todas las impurezas acumuladas
pH	Recurrir a las empresas químicas para ajustar la dosis y/o concentración de la química antiincrustante
Cl	Recurrir a las empresas químicas para ajustar la dosis y/o concentración del inhibidor de corrosión
SO4	Recurrir a las empresas químicas para ajustar la dosis y/o concentración del Biocida
Fe	Si su concentración es elevada, verificar la concentración de sulfatos y el pH para evitar la formación de lodos y ajustar la química anticorrosiva previa indicación de la empresa que la suministre
TSD	Evaluar el resto de los componentes primarios del agua y atacarlos individualmente, analizar la composición del agua 24 horas después de realizar los ajustes
EM	Realizar un ajuste a la programación, que permita cumplir con la mayoría de las labores de mantenimiento
OTP	Reunión con el personal para hacer un llamado de atención y que se expongan los motivos del por que del incumplimiento de las ordenes de trabajo
IEM	Llamado de atención al personal, dar a conocer que las labores de mantenimiento se deben realizar en el tiempo estimado en la programación a menos que existan fuerzas mayores.
POT	Englobar la mayor cantidad de actividades posibles en cada orden de trabajo, llamado de atención al personal para que las actividades se realicen de forma eficiente

Fuente: El Autor

Tabla N° 42: Acciones correctivas para desviaciones de variables (2/2)

 ACCIONES PARA CORREGIR DESVIACIONES DE INDICADORES	
NOMBRE CORTO	ACCIONES
IAF	Reunion con el personal para hacer un llamado de atencion y que se expongan los motivos del por que del incumplimiento de la falta de atencion a las fallas de que se han presentado
DG	Aplicar estrategias para reducir los tiempos fura de servicio
TPRF	En este caso no aplica accion correctiva debido a que solo es un valor promedio para conocimiento e informacion del personal
TCT	Evaluar cual de las actividades ejecutadas por terceros puede ser realizadas por el personal de la empresa.
AA	Emitir con antelacion un reporte en el que se le informe al almacen cual es el estimado de materiales y herramientas necesarios para cubrir las actividades de mantenimiento de acuerdo a la programacion.
TMRM	Al momento de detectar la falla, se debe establecer contacto con el almacen para solicitar los materiales y herramientas necesarios, de este modo los materiales se pueden ubicar mas rapidamente y los tiempos de espera pueden ser reducidos.
CA	Evaluar los factores que han ocasionado las averiasy tomar medidas para que estas sean reducidas, contrastar los costos de adquisicion de materiales y herramienta con diferentes proveedores, realizar ajustes de cantidad y/o calidad de los insumos de acuerdo al presupuesto y a las necesidades del proceso
CMC	Evaluar el acontecimiento que genero la falla catastrofica y tomar medidas preventivas para que estas no se presenten con frecuencia, contrastar los costos de adquisicion de materiales y herramienta con diferentes proveedores, realizar ajustes de cantidad y/o calidad de los insumos de acuerdo al presupuesto y a las necesidades del proceso
CMR	Realizar ajustes al presupuesto de acuerdo con el reporte emitido, de las cantidades necesarias en cuanto a materiales y herramientas
CPOT	En este caso no aplica accion correctiva debido a que solo es un valor promedio para conocimiento e informacion del personal
CPME	En este caso no aplica accion correctiva debido a que solo es un valor promedio para conocimiento e informacion del personal

Fuente: El Autor

6.2.- Plan de la Calidad.

Este plan de calidad propuesto permitirá especificar qué procedimientos y recursos asociados al proceso en estudio deben aplicarse y quién es responsable de su aplicación tomando en consideración los proyectos, productos, procesos o contratos específicos para cada caso.

Como Parte de las propuestas emitidas por el equipo natural de trabajo y para asegurar que el proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2 ya reestructurado este en control, se desarrollo un plan de la calidad que permitirá relacionar requisitos de este proceso con los métodos, procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse para la gestión eficiente del mismo.

Los requisitos del plan de la calidad en conjunto constituyen un documento que especifica cuales procesos, procedimientos y recursos se aplicaran, por quien y cuando para cumplir con la gestión del proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2. Los requisitos aplicables a este plan son los siguientes:

- **Alcance:** Tal como se estableció en la propuesta de reestructuración el alcance está limitado a las acciones de gestión necesarias para manejar de manera efectiva las actividades asociadas al proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2.
- **Objetivos:** Estos son planteados en busca de la eficiencia del proceso, su mejora continua y dar cumplimiento a las premisas de evaluación planteadas en el sistema de indicadores definidos en el punto 6.1.1.5 (Calidad del agua de inyección, Mantenimiento, Apoyo logístico y recursos económicos).
- **Control de Registros:** El desarrollo de formatos de reportes de fallas, históricos de fallas, órdenes de trabajo, control de ejecución del

mantenimiento, procedimientos de ejecución e instrucciones técnicas, brinda la posibilidad que los custodios del proceso puedan registrar de forma controlada cada una de las actividades realizadas dentro del proceso.

- **Recursos:** La propuesta de reestructuración plantea de forma clara cada uno de los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del proceso de manejo de agua de producción.
- **Requisitos:** La propuesta de reestructuración plantea los requisitos relacionados con la ubicación adecuada para la instalación de los equipos, los equipos a instalar, el rango de operación de estos equipos y sus capacidades.
- **Comunicación al Cliente:** Los formatos de reporte de fallas y control de ejecución del mantenimiento, deben ser entregados (en copia) al custodio del proceso (cliente interno) de este modo se establece mecanismos de comunicación formal referente a las acciones realizadas para la preservación de los equipos vinculados al proceso de manejo de agua de producción.
- **Diseño y desarrollo:** El proceso actual puede ser catalogado como obsoleto, por lo que la propuesta de reestructuración, es en sí misma un plan de acción y un punto de partida para el diseño y desarrollo de una planta de inyección de agua apegada a las normas y leyes vigentes.
- **Producción y Prestación del servicio:** Para aumentar la confiabilidad del proceso y el servicio prestado se diseñó un sistema de indicadores para su evaluación continua, y así mantener en control técnico cada una de las variables evaluadas en el proceso.

- **Identificación y Trazabilidad:** Las formulas y mecanismos sugeridos para la evaluación de los indicadores están asociadas a una frecuencia de medición, que permite generar trazabilidad y por ende un mejor control en las tendencias arrojadas por los indicadores.

- **Control del Producto no conforme:** Ante la aparición de una desviación en las mediciones o evaluaciones realizadas se estableció un listado de acciones correctivas que deben ser ejecutadas para restablecer el control en el proceso.

- **Seguimiento y medición:** El programa de mantenimiento, junto con el sistema de indicadores, y la aplicación frecuente del AMEF permitirán darle seguimiento al proceso y de este modo poder ejecutar las acciones pertinentes que mantengan la eficiencia del mismo dentro de los rangos requeridos por la organización.



PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
-------------------------	-------------	---------------	-------------

<p>ALCANCE</p>	<p>Este plan aplica al proceso de “Manejo de agua de producción de la estación Budare 2 perteneciente a Petrolera Indovenzolana, S.A. (Ver Tabla N°3)</p> <p>Entre estas actividades podemos mencionar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de calidad del agua de inyección, Ambiente y seguridad • Asesoría en tratamiento y manejo de las aguas • Planificación, evaluación y diseño de proyectos • Inspecciones y ensayos de los equipos y el fluido de operación. 	<p>N/A</p>	<p>N/A</p>
<p>OBJETIVOS DE LA CALIDAD</p>	<p>Los principales objetivos de la calidad son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bombear Agua según las exigencias legales. • Preservar el ambiente y la salud del personal. • Velar Por el Correcto Funcionamiento de los Equipos. • Promover una cultura organizacional que promueva la participación, integración, capacitación, motivación, calidad de vida y seguridad de los trabajadores. • Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando nuevas tecnologías. 	<p>Manual de la Calidad. Ley Penal del ambiente.</p>	<p>Gerencia de Operaciones / Mantenimiento / Yacimientos</p>

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:	FECHA:	



Gerencia de Operaciones // Estacion de Flujo Budare-2

PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
-------------------------	-------------	---------------	-------------

<p>RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN</p>	<p>La Gerencia General de Petrolera Indovenezolana está comprometida con la implementación de un Plan de la Calidad y su mejora continua para el proceso de Manejo de Agua de Producción. Fundamentado en la Misión, Visión y Valores organizacionales; lo cual se evidencia a través de lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificar, implementar y controlar las actividades requeridas para el desarrollo del proceso de manejo del agua de producción, así como dar seguimiento a las mismas. • Establecer comunicación con los departamentos involucrados, contratistas y clientes afectados, así como encargarse de la resolución de problemas que puedan presentarse entre ellos. • Revisar los resultados de las inspecciones y auditorias ejecutadas. • Autorizar la ejecución de actividades extraordinarias o la prorroga de actividades rutinarias. • Mantener Monitoreo y control de las acciones correctivas y preventivas desarrolladas en el proceso. • Revisar y autorizar modificaciones en el plan de la calidad. • Evaluar el impacto económico de las actividades asociadas al proceso, a fin de garantizar 	<p>Plan de la Calidad, Informes de auditorías e inspecciones, solicitudes de modificaciones al plan de calidad, Programa de Mantenimiento, costos de la calidad, costos de NO calidad.</p>	<p>Gerencia General, Gerente de Operaciones y Gerente de Mantenimiento</p>
---	--	--	--

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:	FECHA:	



Gerencia de Operaciones // Estacion de Flujo Budare-2

PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
-------------------------	-------------	---------------	-------------

	que las mismas estén direccionadas hacia el control eficiente del proceso y su mejora del proceso		
CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS	<p>Se establece un procedimiento a seguir para el control de los documentos utilizados por la gerencia de Operaciones en los procesos consultoría.</p> <ul style="list-style-type: none"> En este documento se establecen los pasos a seguir para la elaboración, identificación, actualización y distribución de nuevos documento. La revisión de los documentos existentes serán revisados por el gerente de operaciones y aprobados por la gerencia general. La devolución, destrucción y conservación de documentos obsoletos se realizara siguiendo los procedimientos internos de control de documentos al igual que la custodia de los documentos originales y el control de los documentos de procedencia externa. 	Manual de Control de Documentos	PCP, Asuntos Internos y Gerencia del Dato.
CONTROL DE REGISTROS	Los registros de actividades y parámetros son establecidos para proporcionar evidencia de la ejecución y conformidad del producto y de la operación eficaz del proceso de manejo de agua de producción. Tales registros son controlados con la finalidad de que los mismos permanezcan legibles, identificables, debidamente almacenados, protegidos contra daños y deterioro, y se asegure su recuperación. Para ello se debe considerar lo	Manual de Control de Documentos. Reporte de fallas, Histórico de fallas, Ordenes de	PCP, Asuntos Internos, Gerencia del Dato, Gerencia de Mantenimiento, Gerencia de Operaciones.

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:		FECHA:



PDVSA
PETROLERA
INDOVENEZOLANA

Gerencia de Operaciones // Estacion de Flujo Budare-2

PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
-------------------------	-------------	---------------	-------------

	<p>siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Almacenar los registros en el lugar dispuesto por la gerencia por un periodo mínimo de cinco años. • Los registros deberán almacenarse en físico y electrónico. • Seguir los lineamientos del manual de control de documentos para definir el COMO se deberán llenar los registros. • Los registros digitales deben estar actualizados en una base de datos compartida por la gerencia. 	<p>Trabajo, Control de ejecución del mantenimiento, Procedimientos de ejecución, Instrucciones técnicas.</p>	
<p>RECURSOS</p>	<p>Petrólera Indovenzolana determina y proporciona los recursos necesarios para la implementación del presente Plan de la Calidad a través de la identificación de las partidas y asignación del presupuesto anual.</p> <p>La Gerencia de Recursos Humanos asegura la competencia del personal que realiza trabajos en el proceso y que afecte la calidad del mismo, incorporando nuevo personal y capacitándolo junto con el personal existente.</p> <p>La organización mantiene una infraestructura acorde con el desarrollo de las actividades del proceso de manejo del agua de producción.</p>	<p>Especificaciones técnicas de materiales, Perfiles de Cargos. Norma PDVSA IR-M-01 Propuesta de Reestructuración del proceso. Costos de la calidad, costos de NO calidad.</p>	<p>Gerencia General. Gerencia de Operaciones. RRHH, Gerencia de Infraestructura.</p>

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:	FECHA:	



PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
	<p>Así mismo establecerá los mecanismos para la protección de los dispositivos electrónicos, daños biológicos riesgos físicos, proporcionando una planta física, mueblería y equipos necesarios para el buen funcionamiento de todas las actividades.</p>		
<p>INFRAESTRUCTURA</p>	<p>La gerencia de operaciones de petrolera Indovenzolana determinara, proporcionara y mantendrá la infraestructura necesaria para dar cumplimiento con los requisitos asociados al proceso, para ello se ha planteado una propuesta general de reestructuración que plantea lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicación del espacio recomendado para la construcción y reubicación del proceso de manejo de agua de producción. • Los equipos necesarios para la reestructuración del proceso. • La configuración y servicios de apoyo necesarios para el funcionamiento eficiente del proceso 	<p>Plan de mejora integral al proceso de manejo de agua de producción.</p>	<p>Gerencia de infraestructura y procesos de superficie (GIPS)</p>
<p>PLANIFICACION</p>	<p>La gerencia de operaciones deberá planificar y controlar todas las actividades a desarrollarse en el proceso de manejo de agua de producción,</p>	<p>Plan de la calidad. Programa de mantenimiento,</p>	<p>Gerencia General, Gerencia de operaciones y</p>

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:	FECHA:	

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	Gerencia de Operaciones // Estacion de Flujo Budare-2		
	PLAN DE LA CALIDAD		
ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
	para ello debe: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las etapas del proceso. • Revisar, verificar y validar el cumplimiento de las actividades planificadas. • Asignar responsabilidades y autoridades para cada acción planificada 	Sistema de indicadores	Gerencia de mantenimiento
REQUISITOS	Los requisitos del proceso de manejo de agua de producción están delimitados en las normas y leyes destinadas a tal fin, los cuales serán seleccionados y divulgados por la Gerencia de operaciones. Así mismo la reestructuración del proceso está sujeta a lo establecido en la propuesta planteada, en la que se expresan los equipos, rangos de operación y sus capacidades.	Normas PDVSA: MA-01-02-04 MEC-400-06-01 Norma para Clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua, Propuesta de reestructuración del proceso.	Ingenieros de Operaciones, Supervisores de Planta, ingenieros de Procesos.
COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE	Para el proceso de manejo de agua de producción los principales clientes son la gerencia de Yacimientos, SIHO-A, Mantenimiento y operaciones en ese sentido se dispone lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Las comunicaciones deben realizarse de manera formal por escrito mediante los canales que disponga la organización. 	Comunicación Interna PDVSA Formatos de reporte de fallas, Formatos de ejecución del	Gerencia de Operaciones, Gerencia de Mantenimiento

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:		FECHA:



PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar reuniones programadas de mutuo acuerdo cuando se requiera tomar acciones referentes al proceso. 	mantenimiento	
DISEÑO Y DESARROLLO	La Gerencia de Operaciones garantiza que su proceso se mantiene acorde a las exigencias técnicas de sus clientes, por lo cual ha establecido procedimientos para la revisión y actualización, anulación y confirmación de los procedimientos, equipos, software y tecnología. Así mismo se ha establecido una propuesta técnicamente factible para la reestructuración del proceso, e incrementar su eficiencia.	Manual de Ingeniería de Producción. Propuesta de reestructuración.	GIPS
COMPRAS	Para la adquisición de los insumos y productos necesarios para el desarrollo de las actividades contamos con el apoyo de la gerencia de Procura. Los criterios para la adquisición de estos insumos y productos, los criterios para la recepción, el control y el almacenamiento de los mismos se describen claramente en el procedimiento respectivo del sistema de gestión de calidad.	Manual Operativo de Gestión de Almacenes	Gerencia de Procura
PRODUCCIÓN Y PRESTACIÓN DE SERVICIO	La Gerencia de Operaciones planifica y lleva a cabo las actividades referentes al proceso de manejo de agua de producción en conjunto con la Gerencia de Mantenimiento. Para ello se establece lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> El proceso se divide en tres etapas, 	Manual de la Calidad, Manuales operativos, Registro estadístico,	Gerencia de Operaciones, gerencia de mantenimiento.

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:		FECHA:



Gerencia de Operaciones // Estacion de Flujo Budare-2

PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
	<p>Decantación, Almacenamiento y Bombeo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las solicitudes de actividades de mantenimiento se realizaran mediante el sistema SAP. Los procedimientos para cada actividad se realizaran siguiendo los manuales operativos dispuestos para cada caso, haciendo uso de las herramientas acordes para cada actividad en dimensión, calidad y cantidad. Llevar control estadístico de las actividades realizadas dentro del proceso. En el caso de actividades especiales se debe recurrir al manual operativo correspondiente y solicitar las credenciales propias para esa actividad. Se deben presentar informes de gestión basados en los indicadores de desempeño donde se demuestre que el proceso se mantiene en control. 	<p>sistema de indicadores de desempeño.</p> <p>Programa de mantenimiento preventivo</p> <p>Reportes de fallas, Registros de fallas, ordenes de trabajo preventivo, procedimientos de ejecución, Instrucciones técnicas.</p>	
<p>IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD</p>	<p>En petrolera Indovenzolana se garantiza el seguimiento continuo a los requisitos contractuales, legales y reglamentarios. Ejerciendo Trazabilidad en los mismos.</p> <p>Los lineamientos para la identificación del estado de inspecciones y ensayos se harán bajo los lineamientos de INTEVEP</p>	<p>Norma PDVSA SCIP-IG-G-02-P Sistema de Indicadores de desempeño de calidad del agua</p>	<p>Gerencia de Operaciones</p> <p>Gerencia de Mantenimiento</p>

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:	FECHA:	



PLAN DE LA CALIDAD

ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
	Así mismo se promueve la medición continua de las variables de operacionales estableciendo frecuencias y formulas para su determinación.	producida, mantenimiento, apoyo logístico y economía.	Gerencia de Yacimientos
PROPIEDAD DEL CLIENTE	Por las características del producto la Gerencia de Operaciones no mantiene bajo su custodia bien alguno propiedad del cliente. Para los casos en que se solicitan documentos de apoyo a los clientes, los mismos son solicitados como copias y para divulgación total entre los interesados.	Manual de la Calidad	Gerencia de Operaciones
PRESERVACIÓN DEL PRODUCTO	Para la preservación del producto (Agua de producción) se debe tomar en cuenta lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> • Características físico-químicas. • Almacenamiento seguro. • Protección a los equipos. • Elaborar procedimientos para la toma de muestra, análisis e interpretación de los resultados obtenidos 	Norma PDVSA: MA-01-02-04 Ley penal del Ambiente. Norma de Clasificación y control de efluentes de cuerpos de agua. Indicadores de desempeño	Gerencias: Operaciones, Yacimientos y Mantenimiento
CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME	De presentarse alguna no conformidad en el producto final respecto a los requisitos y exigencias del cliente, deberá seguirse el procedimiento establecido para tal fin. De igual forma se han establecido acciones correctivas para ejecutar ante la desviación de una	Lineamientos INTEVEP Sistema de indicadores (acciones	Gerencias: Operaciones, Yacimientos y Mantenimiento

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:		FECHA:

 PDVSA PETROLERA INDOVENEZOLANA	Gerencia de Operaciones // Estacion de Flujo Budare-2		
	PLAN DE LA CALIDAD		
ELEMENTO ORGANIZACIONAL	DESCRIPCION	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE
	medición o la aparición de un producto no conforme establecido en el sistema de indicadores propuesto.	correctivas)	
SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN	<p>La Gerencia de Operaciones ha determinado el seguimiento y las mediciones que hay que realizar a los proyectos durante su realización a través de su sistema de indicadores de desempeño.</p> <p>Asi mismo la correcta aplicación del programa de mantenimiento a los equipos instalados, en apoyo con la aplicación periódica del análisis del modo de fallas, permiten a la organización mantener en control el proceso y dar seguimiento a sus mediciones.</p>	<p>Norma PDVSA: MA-01-02-04</p> <p>Ley penal del Ambiente.</p> <p>Norma de Clasificación y control de efluentes de cuerpos de agua,</p> <p>Programa de mantenimiento, Indicadores de desempeño, AMEF.</p>	<p>Gerencia de Operaciones</p> <p>Gerencia de Mantenimiento</p> <p>Gerencia de Yacimientos</p>
AUDITORIA	La Gerencia de operaciones lleva a cabo un programa de auditorías internas para determinar la eficacia de sus proceso y asegurar que el mismo está conforme a las disposiciones previamente planificadas	Manual de la Calidad	Superintendencia de Gestión de la Calidad

	ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y APELLIDO:			
FIRMA:			
FECHA:			
CODIGO:	REVISION N°:		FECHA:

6.3.- Identificar los Costos de Calidad en el Proceso de Manejo de Agua de Producción.

La propuesta acá presentada brinda la oportunidad de manejar de forma más ordenada las gestiones asociadas al proceso de manejo de agua de producción, respaldada por una alternativa de reestructuración que hace que la propuesta sea integral y se adapte a los requerimientos del proceso, sin embargo para la aplicación de esta propuesta es necesario saber que la organización incurrirá en algunos costos para su mantenimiento y gestión eficiente, en tal sentido fue necesario identificar los costos asociados para el buen funcionamiento de la propuesta planteada (Costos de calidad), así como aquellos costos en los que se puede llegar a incurrir de no tomar las medidas correctas para la administración y gestión del proceso en estudio (costos de NO calidad).

Ha quedado demostrado que el proceso de manejo de agua de producción de la estación Budare 2 no cuenta con los mecanismos ni procedimientos acordes con las necesidades del proceso, lo cual dificulta las labores de mantenimiento y hace que sus fallas se vuelvan repetitivas, principalmente en los equipos de bombeo. Todo esto trae consigo grandes costos para la organización, algunos de ellos dirigidos a la prevención y evaluación del proceso, mientras que otros se asocian directamente a las fallas del proceso (internas y externas).

Sin embargo estos costos no se encuentran bien definidos y mucho menos cuantificados dentro de la organización, en ese sentido se procedió a sentar las bases para su cuantificación y futura evaluación económica, identificando puntualmente los costos de calidad y no calidad aplicables a la propuesta desarrollada en este proceso, tal como se muestra en las tablas N° 43 y 44.

Tabla N° 43: Costos de Calidad

	TIPO DE COSTO	PROCESO DE MANEJO DE AGUA DE PRODUCCION			
		ESTACION BUDARE 2			
		SISTEMA DE BOMBEO	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	FOSAS DE DECANTACION	
COSTOS DE CALIDAD	Prevention	Planeacion de calidad	Sueldos de los planificadores, consultoria para solucion de problemas, elaboracion de planos de la estacion, Contrataciones para analisis de confiabilidad de los equipos		
		Control de Procesos	Evaluacion de indicadores de gestion		
		Sistemas de Informacion	Registro historico de fallas, inventario disponible, materiales requeridos por actividad, procedimientos de trabajo, formatos de registro, propagacion de informacion de interes, mantenimiento de los canales de comunicacion.		
		Capacitacion	Programa de formacion de mecanicos, Cursos internos y externos, pepeleria empleada en la capacitacion. Pago a instructores.	Programa de formacio de soldadores y fabricantes, Cursos de fabricacion y soldadura, sueldo de instructores, material empleado en cursos internos.	N/A
		Mantenimiento Preventivo	Sueldos del personal de mantenimiento, equipos, herramientas e insumos empleados		N/A
		Sistema de Gestion	Sueldo de auditores, gastos asociados a auditorias internas, plan de desarrollo de proveedores, evaluacion competencias del personal.		
	Evaluacion	Pruebas e Inspeccion	Pruebas de eficiencia volumetria, Ensayos no destructivo, inspecciones de monitoreo, sueldo de inspectores, insumos empleados en la inspeccion y ensayos		Inspeccion de condiciones externas.
		Calibracion de Intrumentos	Pagos a empresas de calibracion de equipos portatiles, gastos por alineacion de componentes en sitio.		N/A
		Medicion y Control	Compra de indicadores de presion, indicadores de caudal, indicadores de nivel de aceite, registro de los datos de operacion, Ajustes de condiciones fuera de rango	Indicadores de Nivel, Registro de los datos de operacion	
		Proveedores	Evaluacion de proveedores, materiales ofrecidos, tiempo de entrega y confiabilidad		

Fuente: El Autor

Tabla N° 44: Costos de NO Calidad

	TIPO DE COSTO	PROCESO DE MANEJO DE AGUA DE PRODUCCION			
		ESTACION BUDARE 2			
		SISTEMA DE BOMBEO	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	FOSAS DE DECANTACION	
COSTOS DE NO CALIDAD	Fallas Internas	Retrabajo	Gastos por deshacer y reacer trabajos mal ejecutados, pago nuevamente al personal, compra de material nuevo,		
		Acciones Correctiva	Modificaciones a la planificacion, re-ejecucion de inspecciones y ensayos, Deteccion de la causa real de la falla, rediseño y cambios en la ingenieria		
		Planificacion	Errores o accidentes por fallas en la planificacion de actividades.		
		Deterioro	Desgaste de equipos, maquinas y herramientas,	Desgaste interno de la estructura	
		Falla de Procesos	Perdidas generadas por la parada total del proceso, gastos para la puesta en marcha del proceso luego de una parada.		
	Fallas Externas	Quejas y Devoluciones	Reclamos de la gerencia de Yacimiento por inyeccion de agua fuera de especificaciones, Quejas de Mantenimiento por el daño recurrente a los equipos	Reclamo de la gerencia de SIHO-A por el riesgo latente que implica al ambiente, la salud y la seguridad del personal.	
		Producto no Conforme	Evaluacion por el ministerio de Energia, daños al yacimiento.	Evaluacion del ministerio de ambiente por riesgo latente y condiciones inseguras.	
		Garantias	Perdida de garantias por uso inadecuado de los equipos.	N/A	N/A
		Responsabilidad a Terceros	Pago de penalidades impuestas por los ministerios de energia y de ambiente. Pagos a terceros por daños causados producto de fallas en el proceso.		

Fuente: El Autor

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.- Conclusiones.

- La conformación del Equipo natural de trabajo permitió promover la generación de ideas para la búsqueda de solución a la problemática.
- A través del inventario se pudo contabilizar que la estación cuenta con 3 tanques, 3 fosas, 5 bombas y 5 motores eléctricos para el manejo del agua de producción. Estos equipos que se encuentran sumamente deteriorados, condición que fue plasmada y descrita mediante fichas técnicas y reportes de inspección respectivamente.
- Dentro de la estación Budare 2 no se cuentan con procedimientos preestablecidos para el muestreo del agua de producción, así como tampoco se cuenta con los mecanismos necesarios para realizar los análisis correspondientes que permitan caracterizar las condiciones de inyección del fluido, para así realizar los ajustes de forma oportuna.
- La falta de programas de mantenimiento y de registros históricos de las fallas de los equipos en conjunto con la ausencia de los respectivos análisis para cada caso no permiten establecer estrategias para preservar las condiciones óptimas de los equipos de rotación.
- La falta de mantenimiento, la inadecuada mano de obra, la falta de nuevos equipos, en conjunto con la incorrecta aplicación de los métodos y la incidencia del medio ambiente son las principales causas del mal manejo del agua de producción.

- El desarrollo del AMEF, permitió identificar los puntos focales de atención a la falla y establecer prioridades que contribuyan a facilitar la toma de decisiones y mantener la continuidad del proceso bajo condiciones seguras.
- Al identificar los costos de la calidad se obtiene la oportunidad de tomar acciones internas y externas a fin de minimizarlos lo que le generaría grandes ahorros a la empresa en tiempo y dinero.
- Las propuestas planteadas tanto para la reestructuración del proceso como el plan de la calidad, les permitirán a la organización sentar las bases para dar inicio a reestructuración del proceso que permita cumplir a cabalidad con las normas y leyes vigentes.
- El plan de la calidad brinda las directrices para la atención oportuna de las actividades relacionadas a la gestión del proceso, así como a la vez sienta las bases para la conformación de un sistema de gestión integral que contribuya a la optimización del resto de los procesos de la organización.
- El establecimiento de un programa de mantenimiento ofrece un punto de partida para la correcta preservación de los equipos involucrados en la alternativa planteada, así como los mecanismos necesarios para el control de atención a las fallas y ejecución del mantenimiento en todos sus niveles.
- Con el diseño de indicadores, se estableció cuales serian los parámetros a controlar dentro del proceso, indicando las metas que se desean obtener para cada uno de ellos. En ese sentido se indico la manera en que deben calcularse cada uno de los indicadores, de manera sencilla y rápida, indicado las acciones que deben ejecutarse en primera instancia ante la desviación de alguno de los parámetros a controlar

7.2.- Recomendaciones.

- De ser aplicada la reestructuración al proceso, se deben realizar inducciones y adiestramientos al personal que estará en contacto con el mismo para que estos conozcan el modo correcto de operación de los equipos, así como informarles detalladamente de las mejoras que se realicen continuamente, dando a conocer el plan de la calidad para su gestión eficiente.
- Fomentar el control de calidad basado en la mejora continua, tomando como punto de partida los formatos de procedimiento de ejecución del mantenimiento, las instrucciones técnicas y ordenes de trabajo, donde se planifique cada una de las actividades a ejecutar, mediante procedimientos estandarizados, para luego ponerlos en práctica, verificar si su funcionamiento es el adecuado, y en base a los resultados realizar los ajustes necesarios para así poder obtener las mejoras del proceso.
- Considerar la realización de un estudio Hidráulico para evaluar si las bombas de inyección de agua salada están en capacidad de soportar el incremento de los volúmenes de agua de producción.
- Se requiere la reestructuración del proceso, principalmente sustituir el uso de las fosas de emergencias por tanques de almacenamiento, que eviten el contacto del fluido con el ambiente debido a que esto contribuye a que la eficiencia del proceso sea menor.
- De ser necesario, profundizar en la investigación y realizar los ajustes necesarios a la propuesta de reestructuración del proceso y al plan de la calidad en pro de obtener mejores resultados para el desempeño del proceso..

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Armenia, E (2013). Plan de Mantenimiento para las Maquinas Herramientas de Control Numérico de la Empresa ENAVAL. Puerto Ordaz: UCAB.
- Arias, F. (2006) El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. (5ta Edición). Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2002). Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación. (6ta Edición). Caracas: BL Consultores Asociados
- Balestrini, M (2006). Como Se Elabora El Proyecto De Investigación (7ma Edición) Caracas: BL Consultores Asociados.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial Extraordinaria de la República Bolivariana de Venezuela 5.453 de fecha 24/03/2000
- Diaz, C (2008). Plan de la calidad para la mejora del desarrollo de software. Caracas: UCAB
- Escalante, E (2012). Análisis y mejoramiento de la calidad. México: Editorial Limusa
- Fernández, J (2007). Administración Del Agua-Estudio Comparativo Entre El Derecho Español Y Venezolano. Universidad De Los Andes, Centro De Estudios Rurales Andinos.
- Hernández, R, (1994). Metodología De La Investigación (1era Edición) México McGraw Hill Interamericana.
- ISO (2005). "Sistemas de Gestión de la calidad – Directrices para los planes de la Calidad". ISO 10005:2005

ISO (2005). "Sistemas de Gestión de la calidad - Fundamentos y vocabularios". ISO 9000:2005

ISO (2008). "Sistemas de gestión de la calidad — Requisitos". ISO 9001:2008.

Ley del Sistema Venezolano para la Calidad (2002). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 37.555.

Ley Orgánica de la Planificación Pública Popular. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6.011.

Lobo, L (2012): Mejoras en los procesos productivos de una fabrica de calzados con el uso de las herramientas de localidad de la escuela japonesa. Buenos Aires: UNSAM

López, Y (2014). Plan de la Calidad para el proceso "Servicio de atención de soporte técnico al cliente" de la empresa Expectra. Puerto Ordaz: UCAB

Mathison, K (2015). Sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2008 para la empresa Transporte y Servicios El Saman, C.A. Puerto Ordaz: UCAB

Milano, T y Jiménez, K, (2006). Planificación Y Gestión Del Mantenimiento Industrial, Caracas: Editorial Panapo.

Parella, S y Martins, F: (2006). Metodología De La Investigación Cuantitativa (2da Edición) Caracas: Fedupel

PDVSA (1994) MEC-300-10-01 Sistema de Agua.

PDVSA (1994) MEC-400-06-01 Plantas de Inyección de Agua.

PDVSA (1994) SCIP-IG-G-02-P aseguramiento y control de la calidad de la ingeniería

PDVSA (1994) SCIP-GG-C-03-P registros de la calidad

PDVSA (1994) FH-203-R sistema de alimentación de químicos de procesos

PDVSA (2008) MA-10-02-04 Manejo de Aguas de Producción.

Pérez, R (2014). Plan estratégico para la sustentación del crecimiento y aumento de la productividad. Caso Encantto. Caracas: UCAB.

Rivero, N. (2008). Plan estratégico para el mejoramiento de La gestión de la calidad de un producto De una empresa de bebidas. Revista Universidad, ciencia y tecnología; 12 (48), 183 – 190.

Rojas, B. (2010). Investigación Cualitativa Fundamentos y praxis. (2da edición) Caracas. Fondo editorial de la universidad pedagógica experimental libertador.

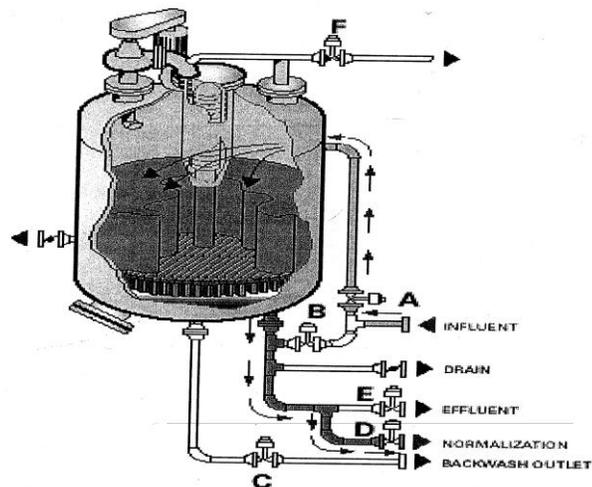
Sabino, C. (2006). Cómo hacer una Tesis). Caracas: Editorial Panapo.

UCAB. (Comp.). (2011). Instructivo Integrado para Trabajos Especiales de Grado. Caracas: Autor.

Villalba, L. (2015). Seminario de TEG [Presentación en Powerpoint para la cátedra de Seminario de Trabajo Especial de Grado para UCAB, Puerto Ordaz.

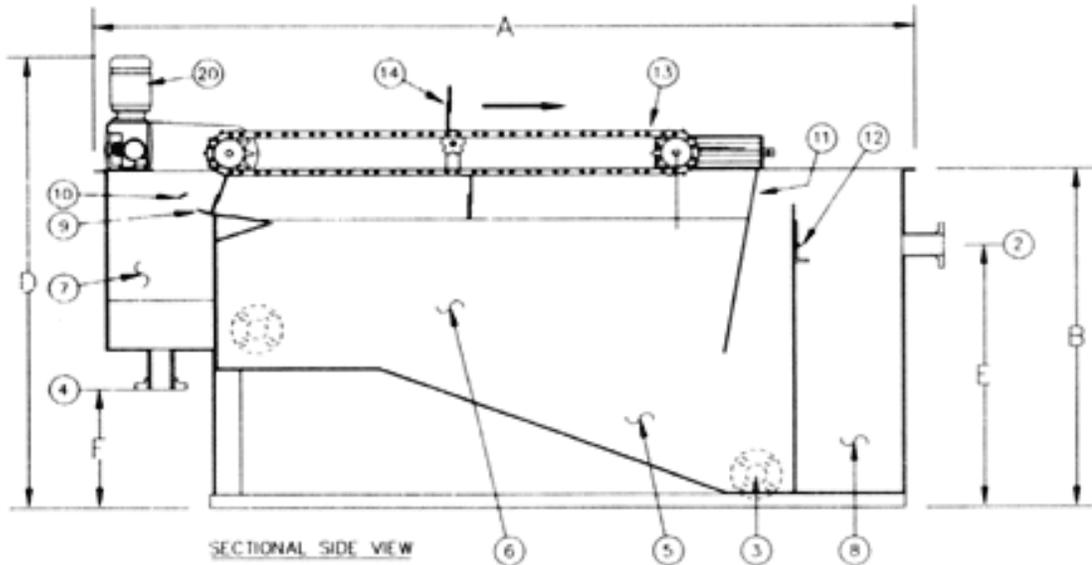
ANEXOS

Anexo N° 1: Filtro Cáscara de Nuez

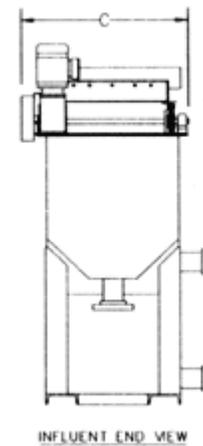


Fuente: Manual LASMO

Anexo N° 2: Características de un Tanque Desnatador 1/2

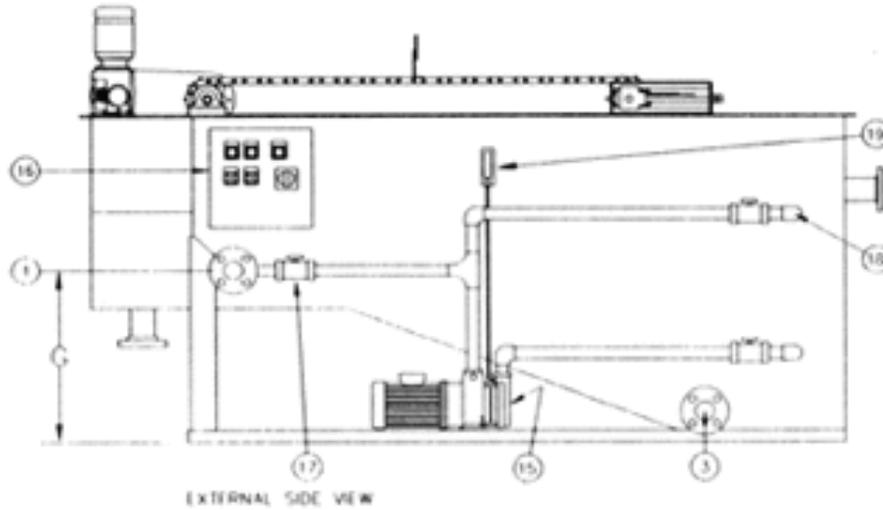


ITEM	QTY	DESCRIPCIÓN
1	1	3" ENTRADA
2	1	3" SALIDA DE AGUA
3	2	4" SALIDA DE LODOS
4	1	3" 150# FF SALIDA DE SOLIDOS FLOTANTES
5	1	TOLVA PARA LODO
6	1	CAMARA DE SEPARACIÓN
7	1	CAMARA DE LODOS FLOTANTES
8	1	CAMARA DE AGUA LIMPIA
9	1	RAMPA SEPARADORA DE LODOS FLOTANTES
10	1	LIMPIADOR DE LODOS



Fuente: Manual de Tratamiento de Aguas de Producción

Anexo N° 3: Características de un Tanque Desnatador 2/2

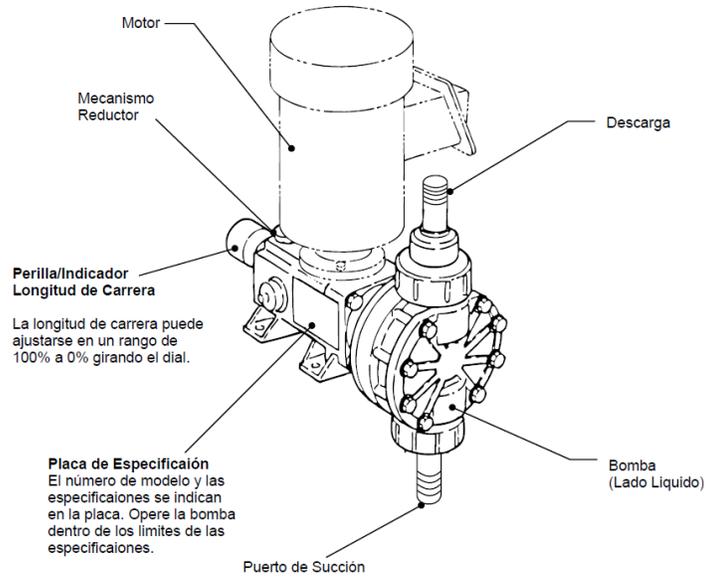


ITEM	QTY	DESCRIPCIÓN
11	1	SEPARACIÓN DE SÓLIDOS FLOTANTES Y PESADOS
12	1	PLATO VERTEDERO DE AGUA
13	1	SISTEMA DESNATADOR
14	4	LIMPIA DESNATADOR
15	1	BOMBA RECIRCULADORA
16	1	PANEL DE CONTROL
17	1	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO
18	1	CIRCULACION DE LINEA DE RECIRCULACION
19	1	CONTROL DE RECICLAJE DE AIRE
20	1	UNIDAD DE EQUIPO DESNATADOR

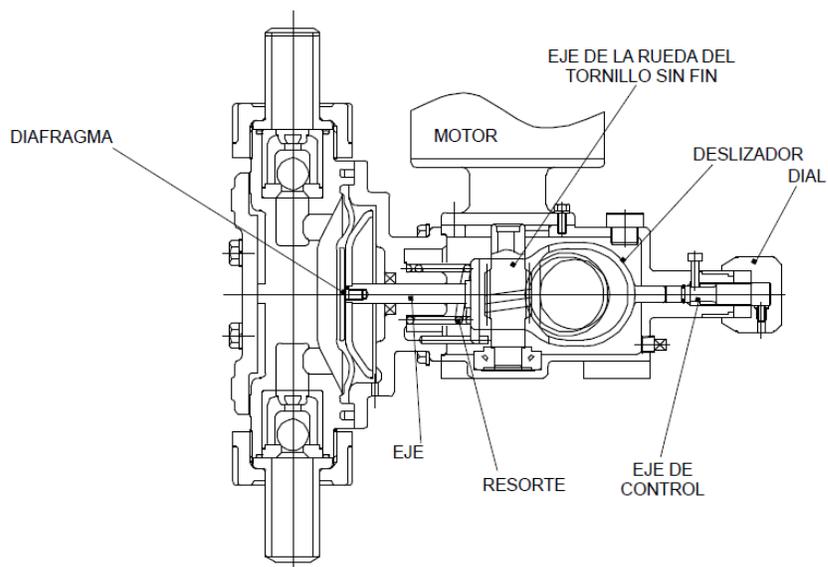
Fuente: Manual de Tratamiento de Aguas de Producción

Anexo N° 4: Modelos de Bombas Dosificadoras para Inyección de Química 1/2

Descripción de la Unidad Principal y Nombres



Vista lateral

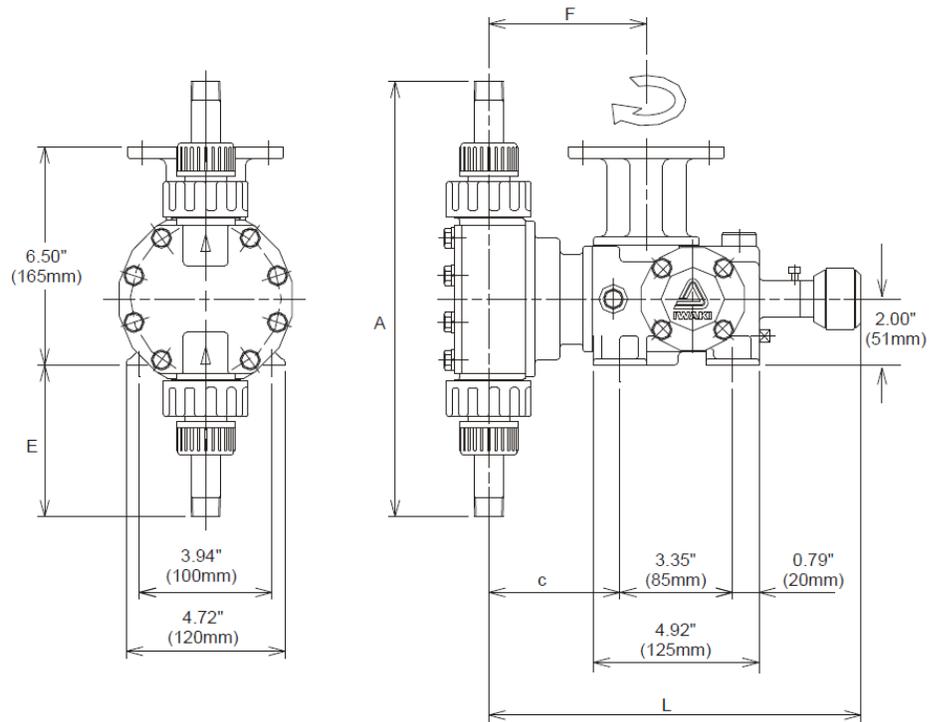


Fuente: Manual IWAKI AMERICA Serie LK

Anexo N° 5: Modelos de Bombas Dosificadoras para Inyección de Química 2/2

Dimensiones Exteriores

■ LKN32, 45, 47, 55, 57, TC



Fuente: Manual IWAKI AMERICA Serie LK

APENDICES

Apéndice “A”: Formato de Reporte de Fallas

REPORTE DE FALLAS				Fecha:
Sistema:	Sub Sistema:	Equipo:	Componente (s):	
Hora de falla:	Actividad correctiva:			
Fecha de Rehabilitación:	Hora de Rehabilitación:	Condiciones de la Rehabilitación:		
Personal	Cantidad	Equipos/Herramientas	Cantidad	Observaciones
Observaciones Generales				
Responsable				
Nombre y Apellido				Firma:

Fuente: El Autor

Apéndice “B”: Formato de Registro Histórico de Fallas

Registro Histórico de Fallas				
Fecha	Sistema	Subsistema	Equipo	Hora de la falla

Fuente: El Autor

Apéndice “C”: Formato de Orden de Trabajo Preventivo

		ORDEN DE TRABAJO PREVENTIVO	N°:
			FECHA:
OBJETO DE MANTENIMIENTO:		UBICACIÓN TÉCNICA:	CODIGO:
SISTEMA	SUB-SISTEMA	ELEMENTO:	COMPONENTES:
INSTRUCCIÓN TÉCNICA			N° IT:
FECHA PROGRAMADA		CUSTODIO DEL OBJETO:	PLANIFICADOR
RESPONSABLE DEL TRABAJO		AUTORIZADO POR:	FIRMA: FECHA
MANO DE OBRA			
MATERIALES			
HERRAMIENTAS			
FECHA DE INICIO		FECHA DE CULMINACION	TIEMPO FUERA DE SERVICIO
OBSERVACIONES			

Fuente: El Autor

Apéndice “E”: Formato de Procedimiento de Ejecución

	PROCEDIMIENTO DE EJECUCION				Fecha:
Instrucción Técnica:			Ítem IT:		
Elemento a realizarle Mantenimiento:				Código:	
Frecuencia:	Duración estándar:		Ubicación del Objeto		
Objetivos					
Alcance					
Seguridad y Permisos					
N°	Actividades de pre-Mantenimiento				
N°	Actividades de Mantenimiento				
Personal	Cantidad	Equipos y Herramientas	Cantidad	Insumos/ Materiales/ Repuestos	Documentos de Referencia
Observaciones:					
		Revisado Por:		Aprobado Por:	
Nombre y Apellido:					
Fecha					
Firma					

Fuente: El Autor

Apéndice “F”: Formato de Instrucción Técnica

	INSTRUCCIÓN TECNICA	Ítem IT:	
		Fecha:	
Elemento a realizarle Mantenimiento:		Código:	
Actividades de mantenimiento:			
Duración estimada:		Frecuencia:	
Tipo de Mantenimiento:			
Rutinario () Preventivo () Predictivo () Correctivo ()			
Sistema:	Sub Sistema:	Equipo:	Componente (s):

Fuente: El Autor