



“ESTUDIO COMPLEMENTARIO A LA REEVALUACIÓN AMBIENTAL DEL BLOQUE MDC, RESOLUCIÓN NO. 27, 2017. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PLATAFORMAS Y VÍAS DE ACCESO MDC-60, MDC – 70 Y MDC-80 Y LA PERFORACIÓN DE POZOS DE DESARROLLO Y PRODUCCIÓN EN CADA UNA DE LAS NUEVAS LOCACIONES Y EN LAS PLATAFORMAS EXISTENTES MDC-16 Y MDC- 3.”

CAP 3.1

2020

COSTECAM CIA. LTDA.

Ultimas Noticias N37'32 y El Comercio

02-2254423/02-2244634

Índice General

3.1 LINEA BASE FÍSICA	8
3.1 Línea Base Componente Físico	8
3.1.1 Climatología	9
3.1.2 Ruido	19
3.1.3 Calidad del aire.....	38
3.1.4 Análisis monitoreo de emisiones a la atmósfera Plataformas MDC 3 y MDC 16	56
3.1.5 Geología	56
3.1.6 Geomorfología.....	61
3.1.7 Hidrogeología	64
3.1.8 Geotecnia.....	65
3.1.9 Suelos	69
3.1.10 Calidad de suelo	72
3.1.11 Hidrología.....	100
3.1.12 Calidad del agua	105
3.1.13 Componente Paisaje	156

Índice de tablas

Tabla 3.1. 1 Estación meteorológica “Coca Aeropuerto”	9
Tabla 3.1. 2 Variables meteorológicas, análisis 2008-2017.....	10
Tabla 3.1. 3 Variables meteorológicas, análisis año 2017	10
Tabla 3.1. 4 Cálculo de la Evapotranspiración.....	17
Tabla 3.1. 5 Estado de Monitoreos presentados al MAE	19
Tabla 3.1.6 Descripción del muestreo de ruido MDC 3.....	22
Tabla 3.1.7 Descripción del muestreo de ruido MDC 16.....	24
Tabla 3.1.8 Descripción del muestreo de ruido MDC 60 y su vía de acceso.....	28
Tabla 3.1. 9 Descripción del muestreo de ruido MDC 70 y su DDV.....	32
Tabla 3.1. 10 Descripción del muestreo de ruido MDC 80.....	35
Tabla 3.1. 11 Estado de monitoreos de calidad del aire presentados al MAE	38
Tabla 3.1. 12 Equipos de medición de aire ambiente.....	39
Tabla 3.1. 13 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 3.....	43
Tabla 3.1. 14 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 16.....	46

Tabla 3.1. 15 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 60.....	49
Tabla 3.1. 16 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 70.....	52
Tabla 3.1. 17 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 80.....	55
Tabla 3.1. 18 Estado de monitoreos de Emisiones a la atmósfera presentados al MAE.....	56
Tabla 3.1. 19 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	66
Tabla 3.1. 20 Caracterización litológica y clasificación de suelos en la zona de estudio	68
Tabla 3.1. 21 Descripción de zonas geotécnicas.	68
Tabla 3.1. 22 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 3.....	74
Tabla 3.1. 23 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 3.	77
Tabla 3.1. 24 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma y área de ampliación MDC 16 79	
Tabla 3.1. 25 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 16 y área de ampliación81	
Tabla 3.1. 26 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 60 y DDV	83
Tabla 3.1. 27 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 60.....	86
Tabla 3.1. 28 Resultados Calidad del Suelo muestra DDV plataforma MDC 60	88
Tabla 3.1. 29 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 70 y DDV	90
Tabla 3.1. 30 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 70.....	93
Tabla 3.1. 31 Resultados Calidad del Suelo muestra DDV plataforma MDC 70	95
Tabla 3.1. 32 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 80.....	97
Tabla 3.1. 33 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 80.....	99
Tabla 3.1. 34 Unidades hídricas cuenca del río Napo	101
Tabla 3.1. 35 Características hidrométricas de los cuerpos hídricos monitoreados	104
Tabla 3.1. 36 Usos de agua según el cuerpo hídrico	105
Tabla 3.1. 37 Cuerpos hídricos cercanos al área de estudio.....	106
Tabla 3.1. 38 Puntos de muestreo de agua	106
Tabla 3.1. 39 Estado de Monitoreos presentados al MAE	107
Tabla 3.1. 40 Resultados monitoreo agua de descarga (MDC03-D1), plataforma MDC 3 (A1936-19)	108
Tabla 3.1. 41 Resultados monitoreo agua de descarga (MDC16-D1), plataforma MDC 16 (A1933-19)	111
Tabla 3.1. 42 Resultados monitoreo agua de descarga (MDC03-INM), plataforma MDC 3 (A1937-19).....	113
Tabla 3.1. 43 Resultados muestreo de calidad de agua dulce río Napo, plataforma MDC 60 (A1921-19).....	117
Tabla 3.1. 44 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Río Huamayacu, plataforma MDC 60 (A1920-19).....	121

Tabla 3.1. 45 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 1, plataforma MDC 60 (A1919-19).....	126
Tabla 3.1. 46 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 2, plataforma MDC 60 (A1931-19).....	131
Tabla 3.1. 47 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Río Lucas, plataforma MDC 70 (A1925-19).....	135
Tabla 3.1. 48 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 3 plataforma MDC 70 (A1924-19).....	139
Tabla 3.1. 49 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 4 plataforma MDC 80 (A1932-19).....	143
Tabla 3.1. 50 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 5, plataforma MDC 16 (A1935-19).....	148
Tabla 3.1. 51 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Río Pimampiro, plataforma MDC 16 (A1934-19).....	153
Tabla 3.1. 52 Calidad del paisaje	157
Tabla 3.1. 53 Valoración subjetiva del paisaje (habitantes).....	157
Tabla 3.1. 54 Valoración subjetiva del paisaje (distancia).....	158
Tabla 3.1. 55 Coordenadas punto de observación paisaje.....	160
Tabla 3.1. 56 Índice de calidad del paisaje del área de estudio MDC.....	161
Tabla 3.1. 57 Clasificación ICA.....	161

Índice de Figuras

Figura 3.1. 1 Temperatura promedio periodo 2008-2017	11
Figura 3.1.2 Velocidad del viento promedio periodo 2008-2017	11
Figura 3.1.3 Dirección del viento representada a través de la Rosa de los vientos.....	12
Figura 3.1.4 Precipitación promedio 2008-2017.....	12
Figura 3.1.5 Nubosidad promedio 2008-2017.....	13
Figura 3.1.6 Humedad promedio 2008-2017	13
Figura 3.1.7 Promedio mensual de temperatura año 2017	14
Figura 3.1.8 Promedio mensual de la Velocidad del viento del año 2017	14
Figura 3.1.9 Promedio mensual de precipitaciones del año 2017	15
Figura 3.1.10 Promedio mensual de nubosidad del año 2017.....	15
Figura 3.1.11 Promedio mensual de humedad del año 2017.....	16
Figura 3.1.12 Balance hídrico del año 2017.....	18
Figura 3.1.13 Ubicación puntos de muestreo de ruido MDC 3.....	23
Figura 3.1.14 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 3.....	23

Figura 3.1. 15 Ubicación puntos de muestreo de ruido MDC 16.....	25
Figura 3.1.16 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 16.....	25
Figura 3.1.17 Punto crítico de afectación vértice suroeste MDC 16.....	26
Figura 3.1.18 Distancia generador- PCA etapa de construcción.....	26
Figura 3.1.19 Distancia generador- PCA etapa de perforación.....	27
Figura 3.1.20 Distancia generador- PCA etapa de operación	27
Figura 3.1.21 Distancias puntos de muestreo de ruido MDC 60-1, MDC 60-2, MDC 60-3	29
Figura 3.1. 22 Distancia de MDC-60 a la Escuela Rumiñahui	30
Figura 3.1.23 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 60 y DDV	31
Figura 3.1. 24 Distancias puntos de muestreo de ruido MDC 70-4	33
Figura 3.1.25 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 70 y DDV	34
Figura 3.1. 26 Distancias puntos de muestreo de ruido MDC 80-4	36
Figura 3.1.27 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 80.....	37
Figura 3.1.28 Distancias punto de muestreo calidad del aire MDC 3-CA.....	41
Figura 3.1.29 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 3.....	42
Figura 3.1.30 Muestreo de calidad del aire MDC 3	44
Figura 3.1.31 Ubicación punto de muestreo calidad del aire MDC 16-CA	44
Figura 3.1.32 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 16.....	45
Figura 3.1.33 Muestreo de calidad del aire MDC 16	47
Figura 3.1.34 Distancias punto de muestreo calidad del aire MDC 60-CA.....	47
Figura 3.1.35 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 60.....	48
Figura 3.1.36 Muestreo de calidad del aire MDC 60	50
Figura 3.1.37 Distancia punto de muestreo calidad del aire MDC 70-CA.....	50
Figura 3.1.38 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 70.....	51
Figura 3.1.39 Muestreo de calidad del aire MDC 70	53
Figura 3.1.40 Distancias puntos de muestreo calidad del aire MDC 80-CA	53
Figura 3.1.41 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 80.....	54
Figura 3.1.42 Muestreo de calidad del aire MDC 80	56
Figura 3.1.43 Mapa y sección estructural de la Cuenca Oriente, con sus tres corredores estructurales-petrolíferos.....	57
Figura 3.1.44 Mapa y sección estructural de la Cuenca Oriente, con sus tres corredores estructurales-petrolíferos.....	58
Figura 3.1.45 MDC 70 Formación Chambira	60
Figura 3.1.46 MDC 60 Depósitos Aluviales	61

Figura 3.1.47 Llanura colinada pendiente baja vertientes suaves. MDC 60	63
Figura 3.1.48 Zona plana intervenida plataforma, MDC 70	63
Figura 3.1.49 Zona colinada muy baja, vertientes suaves. MDC 80.....	64
Figura 3.1.50 Sección Mapa Hidrogeológico escala 1:250.000.....	65
Figura 3.1.51 Carta de Plasticidad SUCS	67
Figura 3.1.52 Sección Mapa Geopedológico Francisco de Orellana escala 1:25.000.....	71
Figura 3.1.53 Cobertura vegetal y uso del suelo del cantón joya de los Sachas.	72
Figura 3.1.54 Muestreo sistemático en cuadrícula.....	73
Figura 3.1.55 Homogenización y selección de muestra compuesta final.....	74
Figura 3.1.56 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 3	75
Figura 3.1.57 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 3.....	76
Figura 3.1.58 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 16 y ampliación.....	79
Figura 3.1.59 Toma de muestras de suelo plataforma y área de ampliación MDC 16.....	80
Figura 3.1.60 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 60 y DDV	84
Figura 3.1.61 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 60 y DDV	85
Figura 3.1.62 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 70 y DDV.....	91
Figura 3.1.63 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 70 y DDV	91
Figura 3.1.64 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 80	97
Figura 3.1.65 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 80.....	98
Figura 3.1.66 Cuencas hidrográficas del Ecuador.....	101
Figura 3.1.67 Unidades hidrográficas de la región hidrográfica 4 – U.H.497. Nivel 5.	102
Figura 3.1.68 Unidades hidrográficas Bloque MDC.....	103
Figura 3.1.69 Ubicación punto de monitoreo MDC03-D1, plataforma MDC 3	108
Figura 3.1.70 Monitoreo MDC16-D1, plataforma MDC 16.....	110
Figura 3.1.71 Ubicación de monitoreo MDC16-D1, plataforma MDC 16	110
Figura 3.1.72 Monitoreo MDC03-INM, plataforma MDC 3	112
Figura 3.1.73 Distancia de punto de monitoreo MDC03-INM, plataforma MDC 3.....	113
Figura 3.1.74 Muestreo río Napo	116
Figura 3.1.75 Distancias muestreo Rio Napo- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-RÍONAPO)	116
Figura 3.1.76 Muestreo Río Huamayacu	119
Figura 3.1.77 Distancias muestreo Rio Huamayacu- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60- RÍOHUAMAYACU)	120
Figura 3.1.78 Muestreo Estero S/N 1	124

Figura 3.1.79 Distancias muestreo Estero S/N 1- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-ESTEROSN1)	125
Figura 3.1.80 Muestreo Estero S/N 2.....	129
Figura 3.1.81 Distancias muestreo Estero S/N 2- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-ESTEROSN2)	130
Figura 3.1.82 Muestreo Estero Río Lucas.....	133
Figura 3.1.83 Distancias muestreo Río Lucas- Plataforma MDC70 y DDV (MDC70-RIOLUCAS)	134
Figura 3.1.84 Muestreo Estero S/N 3.....	137
Figura 3.1.85 Distancias muestreo Estero S/N 3- Plataforma MDC70 y DDV (MDC70-ESTEROSN3)	138
Figura 3.1.86 Muestreo Estero S/N 4.....	142
Figura 3.1.87 Distancias muestreo Estero S/N 4- Plataforma MDC 80 (MDC80-ESTEROSN4)	142
Figura 3.1.88 Muestreo Estero S/N 5.....	147
Figura 3.1.89 Distancias muestreo Estero S/N 5 Plataforma MDC 16 y Ampliación (MDC16-ESTEROSN5)	147
Figura 3.1.90 Muestreo Estero S/N 5.....	152
Figura 3.1.91 Distancias muestreo Río Pimampiro Plataforma MDC 16 y Ampliación (MDC16-RÍO PIMAMPIRO).....	152
Figura 3.1.92 Curva del valor relativo del paisaje.	159
Figura 3.1.93 Punto de observación paisaje.....	160

3.1 LINEA BASE FÍSICA

3.1 Línea Base Componente Físico

El presente estudio considera el proyecto que tiene como alcance la construcción de las nuevas plataformas MDC 60, MDC- 70 y MDC-80, vías de acceso y líneas de flujo; perforación de 8 pozos en cada plataforma y la perforación de 2 nuevos pozos en la plataforma existente MDC-03 y ampliación de la plataforma MDC 16 para la perforación de 3 pozos. Las actividades mencionadas que comprenden el estudio complementario, de aquí en adelante serán denominadas como el proyecto.

Para el levantamiento del medio físico se realizó la recopilación de información secundaria, por medio de revisión bibliográfica de información cualitativa y cuantitativa, que se complementó con una revisión analítica y sistemática de estudios y publicaciones como son: Reevaluación MDC, 2017, Alcance a la Reevaluación, 2017, PDyOT de Francisco de Orellana, Datos meteorológicos de la estación del aeropuerto “Francisco de Orellana”, el Coca, Dirección General de Aviación Civil, Anuarios meteorológicos del INAMHI, los grandes climas del Ecuador, ORSTOM etc. Relacionados con el área del proyecto, realizados tanto a nivel regional como local.

Con la información obtenida de la revisión de fuentes secundarias como la Reevaluación MDC, 2017, monitoreos internos físico- químicos de ENAP SIPEC, planos del área de estudio, análisis cartográfico, se planificó las fases de campo donde se levantó información, así también se complementó para todos los componentes, en dos niveles: la operación general (MDC 3 y MDC 16) y las nuevas actividades. En todos los casos se referenció la misma como fuente.

Se estableció la ubicación de la infraestructura existente, así como la asociada a las nuevas actividades, se incluyó una revisión cartográfica de las coberturas disponibles en las distintas instituciones generadoras de geo información, y el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramienta para la descripción y representación de la información recopilada y obtenida en el campo.

Para las nuevas actividades y para las plataformas existentes MDC 3 y MDC 16 se realizaron muestreos de ruido, calidad de agua, calidad del suelo y calidad de aire (Anexo 2.1.2).

La organización del documento de línea base física considera el siguiente orden en base de los componentes asociados:

- Aire
 - Climatología
 - Ruido
 - Calidad de Aire
- Suelo
 - Geología
 - Geomorfología
 - Hidrogeología
 - Geotecnia
 - Suelo
 - Calidad de suelos

- Agua
 - Hidrología
 - Calidad de Agua
- Paisaje

3.1.1 Climatología

El clima se encuentra influenciado por una serie de factores tales como: humedad, velocidad y dirección del viento, precipitación, brillo solar, altitud, latitud, temperatura, etc. siendo determinantes para identificar las distintas zonas climáticas dentro de una región.

Se realizó el análisis de las distancias entre las diferentes estaciones meteorológicas que actualmente se encuentran en el país y el proyecto, determinando que las estaciones más cercanas son: “Coca Aeropuerto” de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) y “Limoncocha” del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Se tomaron los datos proporcionados por el área de meteorología de la DGAC de la estación “Coca Aeropuerto, ubicada en el aeropuerto “Francisco de Orellana” ya que cuenta con mayor información de variables climáticas en un rango de tiempo de 36 años consecutivos (1981-2017). Por otro lado, la estación “Limoncocha”, se encuentra inactiva.

Tabla 3.1. 1 Estación meteorológica “Coca Aeropuerto”

Código de la Estación	Nombre de la Estación	Tipo de Estación	Coordenadas WGS84 Z18S		Altitud	Institución propietaria
			Este (X)	Norte (X)		
M052	Aeropuerto “Francisco de Orellana”	AR	278896.32	9945756.73	299.9 m	DGAC

AR: AERONÁUTICA

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Los valores presentados han sido tomados de una muestra representativa de 10 años en el período de 2008-2017 y los parámetros considerados corresponden a: precipitación, temperatura, humedad, nubosidad, velocidad y dirección del viento. No se cuenta con información de evapotranspiración debido a que la DGAC no cuenta con los equipos para la medición de este parámetro.

Tipo de Clima

La zona donde se encuentra ubicado el proyecto tiene un tipo de clima propio de la región amazónica. El clima predominante es Tropical Mega Térmico muy Húmedo, que se caracteriza por mantener la temperatura elevada y altos niveles pluviométricos.

La temperatura en la zona donde se encuentra el proyecto, oscila entre un mínimo de 18°C, un promedio de 24-26°C y un máximo de 42°C. Siendo los meses de julio hasta agosto los de mayores temperaturas.

Datos Climatológicos

En el presente estudio se realizaron dos análisis de datos: el primero corresponde a un análisis general del periodo 2008-2017 y para esto se realizó un promedio multianual; mientras que el segundo análisis corresponde a un análisis del año 2017, para ello se obtuvo una media mensual de cada parámetro durante el año en mención.

A continuación, se detallan los valores utilizados para cada uno de los análisis:

Tabla 3.1. 2 Variables meteorológicas, análisis 2008-2017

Año	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Vel. Viento (km/h)	Nubosidad (octas)
2008	278.85	26.4	79.50	6.2	6.8
2009	266.58	26.9	79.00	5.9	6.6
2010	199.75	27.4	77.67	5.7	6.5
2011	259.47	27.0	77.08	6.8	6.6
2012	292.54	26.7	76.83	9.0	6.5
2013	219.01	26.4	82.58	6.8	6.0
2014	265.98	26.3	86.84	6.6	6.1
2015	272.36	26.3	86.43	6.5	5.9
2016	253.39	26.7	83.67	6.5	6.1
2017	258.17	26.5	83.45	6.6	6.2
Valor medio	256.6	26.7	81.30	6.7	6.3

Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Tabla 3.1. 3 Variables meteorológicas, análisis año 2017

Año	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Vel. Viento (km/h)	Nubosidad (octas)
Enero	384.4	25.9	85.0	7.0	6.5
Febrero	230.6	26.7	83.0	7.6	6.3
Marzo	330.5	26.0	86.0	6.9	6.3
Abril	154.7	26.3	84.0	6.1	6.3
Mayo	375.5	26.1	85.0	5.6	6.5
Junio	323.5	26.1	86.0	6.8	6.3
Julio	178.8	25.2	86.0	6.3	6.4
Agosto	182.2	27.1	80.0	6.6	6.0
Septiembre	241.5	27.2	80.0	5.1	6.0
Octubre	187.9	26.9	82.0	6.8	6.0
Noviembre	324.3	26.7	84.0	6.6	6.0
Diciembre	184.1	27.8	78.0	7.6	6.0
Promedio	258.17	26.5	83.0	6.6	6.2

Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

- **Análisis periodo 2008-2017**

Temperatura

Según el análisis de datos de la estación “Coca Aeropuerto”, durante los diez años del periodo 2008-2017 la temperatura promedio fue de 26.7°C. El año que registro la mayor temperatura promedio fue el 2010 con 27.4 °C, la temperatura promedio más baja fue registrada durante el año 2014 y 2015 con 26.3°C, tal y como se muestra en la figura a continuación.

Figura 3.1. 1 Temperatura promedio periodo 2008-2017



Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Viento

- Velocidad del Viento

Este parámetro no ha tenido grandes variaciones a través de los años, el promedio de la velocidad del viento durante el periodo 2008-2017 es de 6.7 km/h. En la figura a continuación, se puede observar la poca variación en los datos obtenidos, donde el valor mayor valor que se observa en 2012 es de 9 km/h y el menor valor de velocidad del viento promedio se registró en 2010 con 5,7 km/h.

Figura 3.1.2 Velocidad del viento promedio periodo 2008-2017



Fuente: DGAC,2017

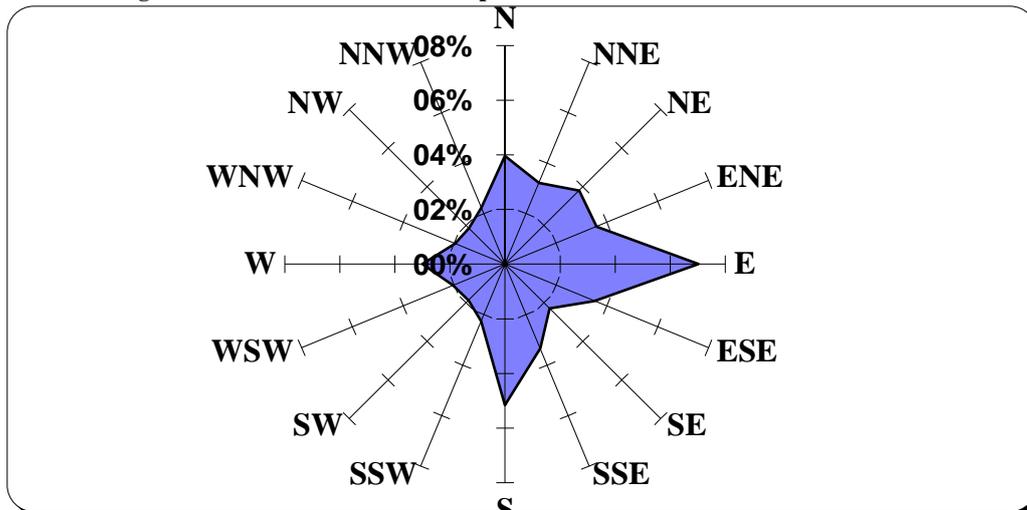
Elaborado por: COSTECAM, 2019

- Dirección del Viento

La rosa de los vientos es un símbolo que permite observar la dirección en el que va el viento, esta tiene marcado alrededor los rumbos norte, sur, este y oeste.

Se ha tomado esta herramienta para determinar la dirección del viento predominante en la estación meteorológica del aeropuerto del Coca. La figura a continuación, ha sido elaborada con datos de 36 años consecutivos por la DGCA e indica claramente que el rumbo del viento generalmente se dirige hacia el este.

Figura 3.1.3 Dirección del viento representada a través de la Rosa de los vientos

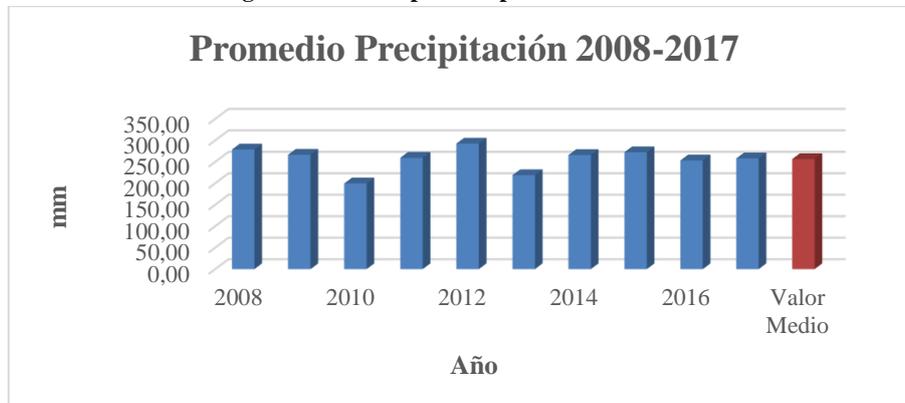


Fuente: DGAC, 2017

Precipitación

Durante el periodo analizado, la precipitación es uno de los parámetros que más variaciones ha presentado. Esto se observa en el promedio de la máxima precipitación registrado en el año 2012 de 292.54 mm y el promedio mínimo en el 2010 de 199.75 mm se tiene como promedio de precipitación durante todo el periodo un valor de 256.6 mm.

Figura 3.1.4 Precipitación promedio 2008-2017



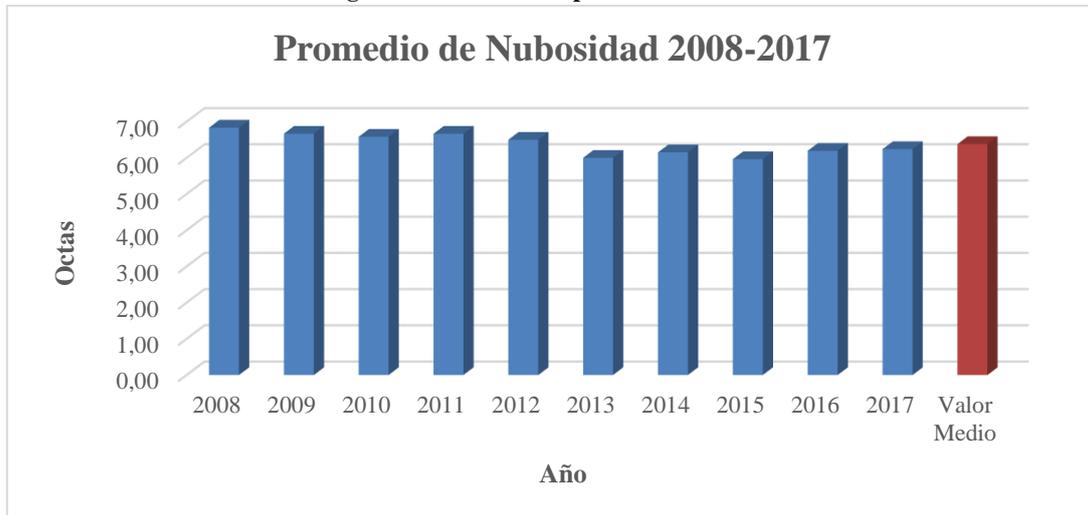
Fuente: DGAC, 2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Nubosidad

Este parámetro medido en octas, se mantuvo constante durante los años 2008-2017, el valor promedio de todo el periodo es de 6.3 octas. Además, se evidencia el valor promedio mínimo de 5.96 octas registrado durante el año 2015 y el valor máximo de 6.8 octas del 2008.

Figura 3.1.5 Nubosidad promedio 2008-2017



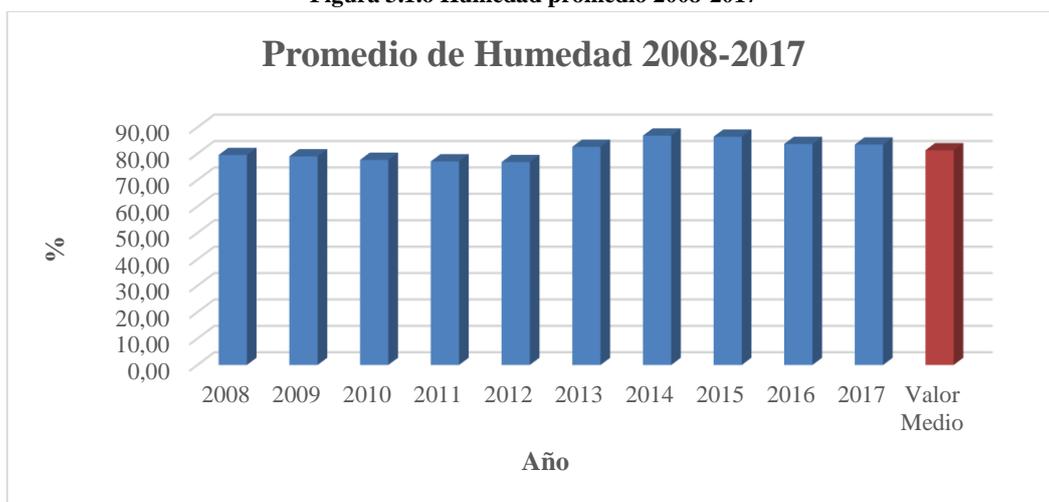
Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Humedad

Como se observa en la gráfica a continuación, el porcentaje promedio de humedad durante el periodo se mantuvo en 81.30%. El valor promedio máximo fue registrado durante el año 2014 con 86.84%, mientras que el valor promedio mínimo se registró durante el año 2012 con 76.83%.

Figura 3.1.6 Humedad promedio 2008-2017



Fuente: DGAC,2017

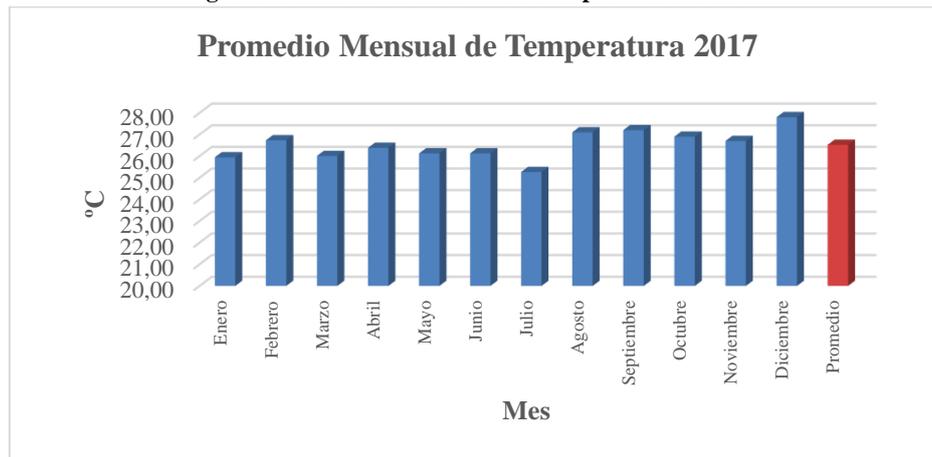
Elaborado por: COSTECAM, 2019

- **Análisis año 2017**

Temperatura

Debido a que la estación se encuentra ubicada en la región amazónica, la temperatura promedio durante el año 2017 oscila entre los 26.5 °C. La temperatura más baja fue registrada durante el mes de julio y tuvo un valor de 25.26 °C, mientras que en el mes de diciembre registro la temperatura más alta de 27.80 °C.

Figura 3.1.7 Promedio mensual de temperatura año 2017



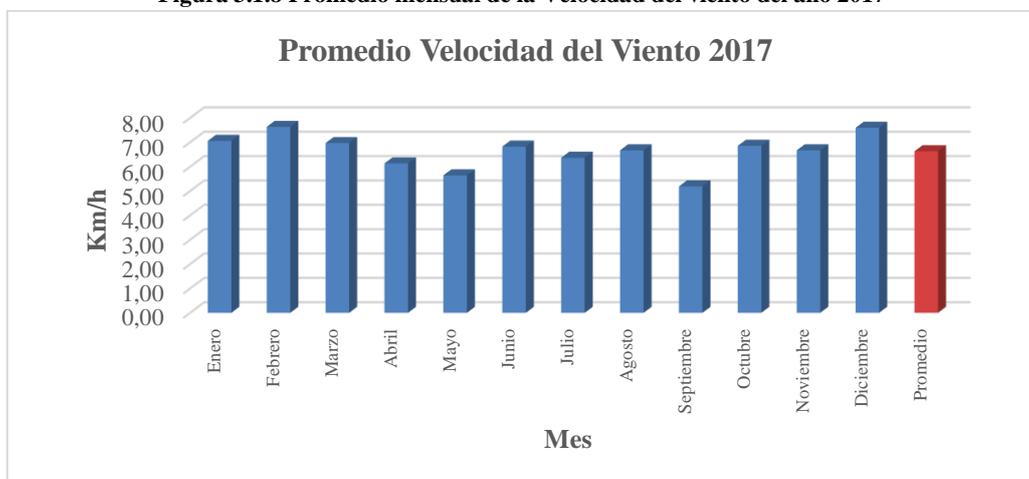
Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Velocidad del viento

La velocidad del viento promedio durante el año 2017 fue de 6.63 km/h, valor similar al promedio durante el periodo comprendido entre 2008 y 2017. Como se observa en la figura, los meses de febrero y diciembre fueron en los que mayor velocidad del viento se registró, con valores de 7.63 km/h y 7.60 km/h, respectivamente. Por otro lado, en el mes de septiembre se evidencia el valor más bajo del año, registrando una velocidad de 5.19 km/h.

Figura 3.1.8 Promedio mensual de la Velocidad del viento del año 2017



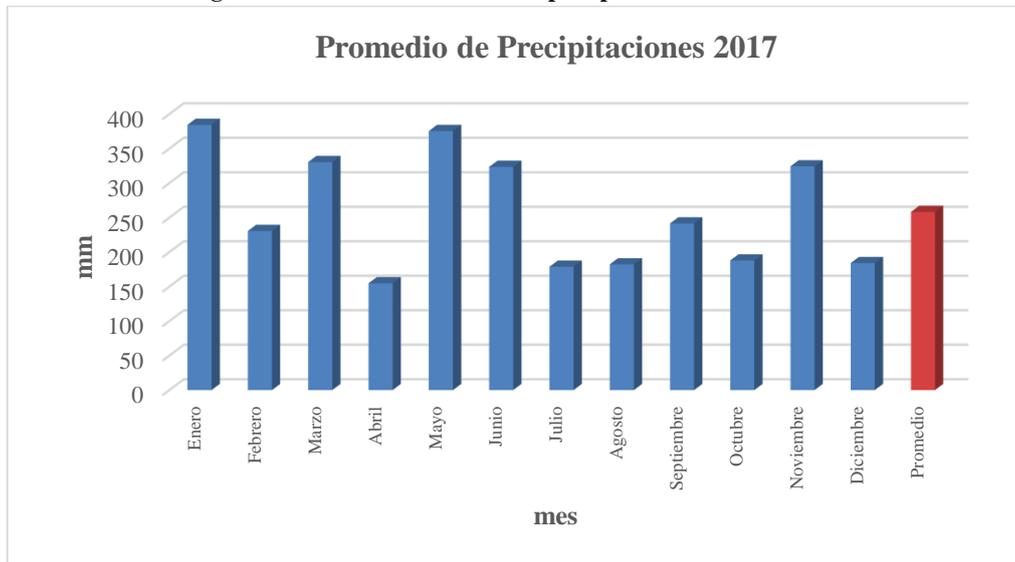
Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Precipitación

En el año 2017 el promedio de precipitaciones fue de 258.17 mm, siendo muy similar al valor registrado durante el periodo 2008-2017. El valor máximo registrado fue de 330.5 en el mes de marzo, mientras que el mínimo se evidencia en el mes de abril con 154.7mm.

Figura 3.1.9 Promedio mensual de precipitaciones del año 2017



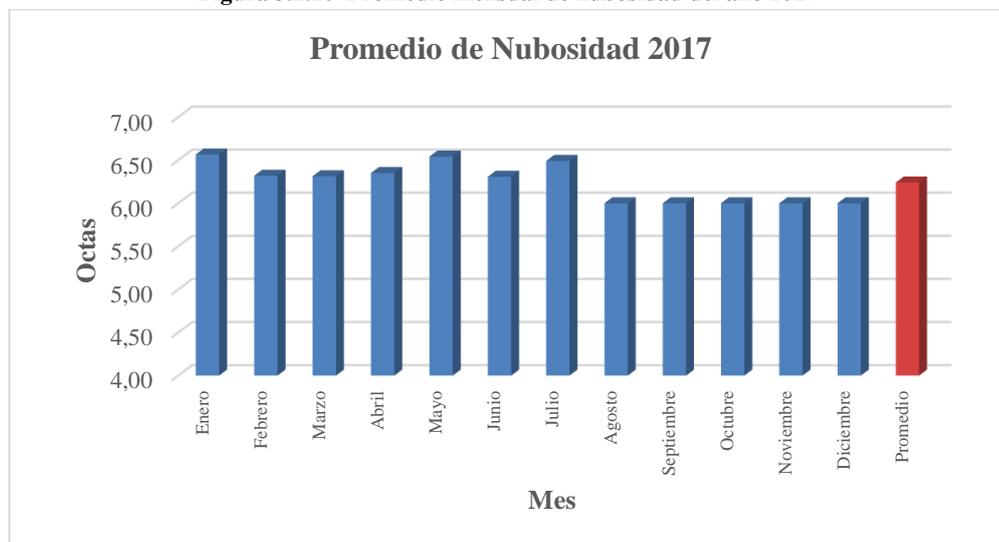
Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Nubosidad

El promedio anual de la nubosidad es de 6.24 octas, siendo este muy similar al promedio del periodo antes analizado (2008-2017). El valor mínimo fue de 6.00 octas y se registró durante los meses de agosto a diciembre, mientras que el valor más alto fue de 6.57 octas y se evidenció durante el mes de enero.

Figura 3.1.10 Promedio mensual de nubosidad del año 2017



Fuente: DGAC,2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Humedad

El valor de humedad promedio durante el año 2017 en la estación es de 83.4%, sobrepasando por muy poco el valor promedio evidenciado durante el periodo 2008-2017. El valor más bajo se ve reflejado durante el mes de agosto y septiembre, con un 80% de humedad. El valor más alto se observa durante el mes de junio, con un registro de 86.75%.

Figura 3.1.11 Promedio mensual de humedad del año 2017



Fuente: DGAC, 2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Balance Hídrico

Para realizar el cálculo del balance hídrico es necesario obtener los datos de evapotranspiración. Es por ello que, a través del Método de Thornthwaite se calculó la Evapotranspiración potencial a intervalos mensuales, tomando los datos de la temperatura y el número máximo de horas de sol según la latitud del lugar. Se realizó el cálculo a través de la siguiente fórmula:

$$ET_p = 1,6 \left(\frac{l_1}{12} \right) \left(\frac{N}{30} \right) \left(\frac{10T_a}{I} \right)^{a_1}$$

Donde:

l_1 : Número de horas reales de sol al día (se considera el máximo de 12 horas)

N : Número de días al mes (se considera 30 días)

T_a : Temperatura media mensual en °C (promedio mensual de la estación)

a_1 : Se define como:

$$a_1 = 6.75 * 10^{-7} I^3 - 7.71 * 10^{-5} I^2 + 1.79 * 10^{-2} + 0.49$$

I es el índice de calor derivado de la suma de los 12 valores de los índices mensuales (i), obtenida a partir de:

$$i = \left(\frac{T_a}{5}\right)^{1.514}$$

(De la Rosa, 2008)

Se realizaron los cálculos en Excel y a continuación se muestran los resultados obtenidos de evapotranspiración:

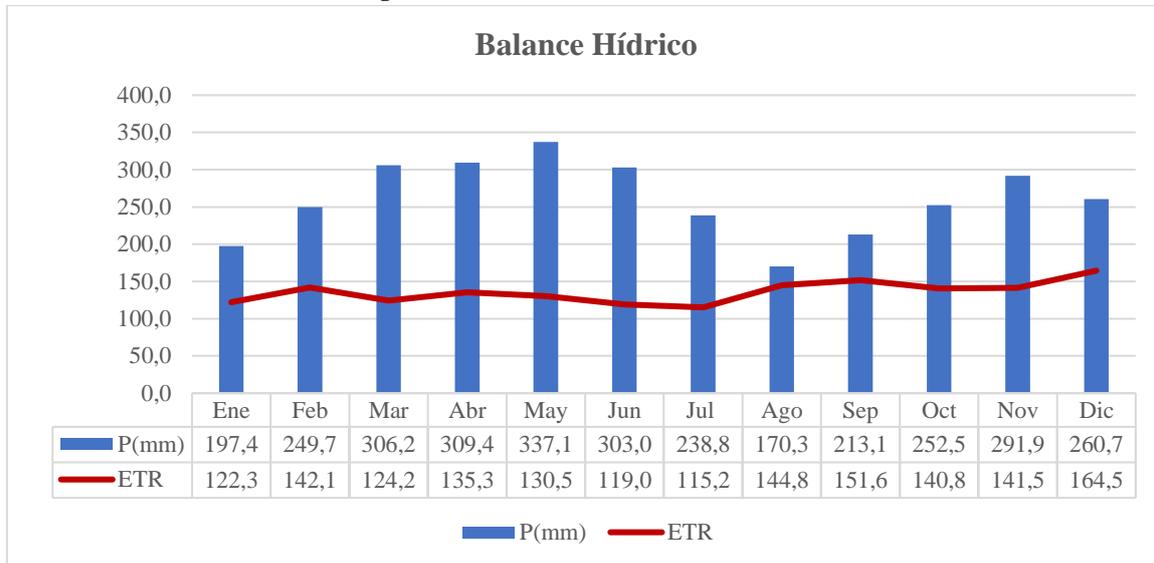
Tabla 3.1. 4 Cálculo de la Evapotranspiración

Método de Thornthwaite	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total		
Temperatura	25.9	26.7	26.0	26.4	26.1	26.1	25.3	27.1	27.2	26.9	26.7	27.8	26.52		
i	12.06	12.65	12.14	12.40	12.22	12.23	11.62	12.92	12.99	12.78	12.63	13.43	150.08	a=	3.727
ETP sin corr	122.3	137.5	124.2	130.9	126.3	126.3	111.5	144.8	146.8	140.8	137.0	159.2	133.97		
Nº días mes	30	30	30	30	31	30	30	30	30	30	30	30	30		
Nº horas luz	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12		
ETP corr.	122.3	142.1	124.2	135.3	130.5	119.0	115.2	144.8	151.6	140.8	141.5	164.5	136.0		

Fuente: DGAC, 2017

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Al relacionar datos mensuales de Evapotranspiración (ETP) y la precipitación, se obtuvo el balance Hídrico. En la figura a continuación, se puede observar que la ETP es menor a la precipitación, sugiriendo que el sector en el que se encuentra la estación meteorológica, es caracterizado por tener abundantes reservas de aguas. Esta tendencia se mantiene constante a lo largo del año, lo cual puede ser considerado para actividades productivas e industriales.

Figura 3.1.12 Balance hídrico del año 2017


Elaborado por: COSTECAM, 2019

De acuerdo a la figura se puede concluir que la Evapotranspiración es inferior a la precipitación. Lo que nos indica que el sector se caracteriza por tener reservas de agua. Principalmente en los meses de abril, mayo y junio; en donde se presenta el mayor excedente de precipitación.

Considerando que la precipitación es un indicador importante para evaluar la variabilidad climática, y con el fin de tener un análisis adicional, se tomaron los datos de precipitación del 2017, que corresponde al análisis de un año, y se compararon con las conclusiones de un estudio de variabilidad climática de Hidalgo Marcelo (2017) que considero 30 años aproximadamente para su evaluación.

De la comparación realizada se puede ver el comportamiento bimodal en cuanto a las precipitaciones existe, sin embargo los meses que el señala en el estudio difiere de lo que evidenciamos en nuestro gráfico, por ejemplo Hidalgo (2017) señala que el período más lluvioso en la región oriental es en abril-mayo el segundo período, que es menos intenso, se da en octubre-noviembre; haciendo la comparación con lo señalado en la figura anterior, podemos evidenciar que estos dos períodos existen pero se dan en mayo-junio y el segundo es noviembre. En cambio, con respecto a época de poca lluvia Hidalgo (2017) señala que los meses de este fenómeno se dan en enero y agosto, sin embargo, realizando el mismo análisis antes indicado, podemos evidenciar que estos períodos se dan en febrero, julio-agosto.

En base de lo señalado podemos indicar que las tendencias se mantienen, sin embargo, la variabilidad anualmente se va intensificando, lo que debe ser considerado para el desarrollo de actividades tanto productivas como industriales, que es el caso de la hidrocarburífera.

3.1.2 Ruido

Como parte del cumplimiento del art. 12 del RAOHE 1215, ENAP, ha venido presentado los informes de Monitoreo anuales de ruido del Bloque MDC, conforme consta en el Anexo 2_Capítulo 3, Anexo 2.1.6.

Tabla 3.1. 5 Estado de Monitoreos presentados al MAE

DESCRIPCIÓN	ESTADO
Informe de monitoreo anual de ruido 2019	Entregado con oficio SG-138-2020

Elaboración: COSTECAM, 2020

El objetivo del muestreo de ruido ambiental, es tener una línea base de las áreas donde se desarrollarán las nuevas actividades, para así determinar los niveles de ruido, antes de la implantación del proyecto.

3.1.2.1 Metodología

Los muestreos de ruido fueron efectuados por el laboratorio CHAVEZSOLUTIONS, con acreditación Nro. SAE LEN 14-002, emitida por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriano), S anexan los informes de Muestreo con los resultados, cadena de custodia, protocolo y acreditación del laboratorio (Anexo 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4 y 2.1.5).

Los muestreos en horario diurno y nocturno fueron efectuados en puntos perimetrales de las antiguas plataformas MDC 3 y MDC 16 y de igual manera en las nuevas plataformas MDC 60, MDC 70 y MDC 80; por ser las zonas en donde, tanto en la fase de construcción, perforación y operación puede existir influencia de ruido asociado.

Para la selección de estos puntos de medición en la nueva infraestructura, se consideró el Anexo 5, apartado 5.1 De la evaluación ambiental base de ruido, del AM 097-A. En donde se indica que la evaluación ambiental base de ruido, tiene por objeto identificar las fuentes emisoras de ruido, los niveles de presión sonora más altos en el perímetro de la FFR (fuente fija de ruido) y los PCA (Puntos Críticos de Afectación) que pudiesen ser afectados por esta, para lo cual se consideró:

- Puntos Críticos de Afectación (receptores sensibles). Sitios o lugares, cercanos a una fuente fija de ruido del proyecto, ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc.) que requieren de condiciones de tranquilidad y serenidad.
- Actividades industriales adicionales o de desarrollo productivo, las cuales pueden generar ruidos propios de las actividades que desarrollan y que no son necesariamente parte del proyecto.
- Área de implantación de la infraestructura

Finalmente se estableció como FFR los perímetros de las plataformas y como PCA las viviendas cercanas a las plataformas. Teniendo esta delimitación, se procedió a definir los puntos de medición de las FFR, que en base al punto 5.2.4 del anexo 5 del A.M. 097-A, estarían ubicados en los linderos de las plataformas, en los puntos que se presume se generaría el nivel de ruido específico más alto, y en dirección a los PCA cercanos identificados.

Las mediciones se realizaron en condiciones normales, considerando que no existan factores externos como lluvia o truenos, que puedan afectar el proceso de medición, tomando en consideración la topografía del medio y la ubicación del PCA.

Los puntos de muestreo de ruido se encuentran en la cartografía del estudio y para la medición de ruido el laboratorio ChavezSolutions, sigue la siguiente metodología:

- La determinación se realizó mediante un sonómetro tipo 1, el mismo que realiza la integración y provee los resultados de Nivel de Presión Sonora Equivalente sea para ruido total y residual según el uso de la metodología siguiente:
 - Método de 15 segundos (Leq 15s): Se tomarán y reportarán un mínimo de 5 muestras, de 15seg c/u.
 - Método de 5 segundos (Leq 5s): Se tomarán y reportarán un mínimo de 10 muestras, de 5seg c/u.
 - La serie de muestras reportadas se considera válida, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos en ella es menor o igual a 4 dB.

A continuación, se resume una síntesis de la metodología aplicada para el monitoreo:

a) Determinación de los puntos de medición

Para efectos de esta norma la medición del ruido específico de una Fuente Fija de Ruido (FFR) se realizará:

- En los puntos críticos de afectación (PCA) determinados en: la evaluación ambiental base de ruido y estudios ambientales, aquellos determinados por la Autoridad ambiental competente o los definidos por el ENAP SIPEC.
- En sitios y momentos donde la FFR emita los Niveles de Presión Sonora más altos en el perímetro exterior.

b) Determinación de los sitios donde se debe llevar a cabo las mediciones

- Sitios donde existen PCA cercano los cuales serán determinados a través de la evaluación ambiental base de ruido realizada por los sujetos de control dentro de la línea base o diagnóstico ambiental. De no existir la evaluación ambiental base se deberá realizar un sondeo del nivel de ruido específico en el perímetro exterior de la FFR y se definirán los puntos de medición en base a los criterios del literal a.

c) Criterios acerca del punto de medición

Se determinará el punto de medición considerando el sitio/punto donde el ruido específico es más alto, por fuera del perímetro, límites físicos, linderos o líneas de fábrica de la FFR.

Se deberá tomar en consideración la topografía del medio y la ubicación del PCA.

Nota: Si por incidencias presentadas durante el monitoreo (lluvia, ruido impulsivo) se interrumpe el proceso de lectura, se reinicia el proceso de medición. (ChavezSolutions, 2020).

Posteriormente, para el análisis de los resultados, se ha considerado un suelo con tipo de uso industrial y se utilizó la Tabla 1. Niveles máximos de emisión de ruido (LKeq) para fuentes fijas de ruido.

3.1.2.2 Emisión de Ruido Plataformas existentes MDC 3 y MDC 16

- **Emisión de Ruido MDC 3**

Se realizaron muestreos en la plataforma MDC 3 en horario diurno y nocturno, en los siguientes puntos:

Tabla 3.1.6 Descripción del muestreo de ruido MDC 3

Código de la muestra	Ubicación de puntos de muestreo – Coordenadas		Fecha	Diurno/ Nocturno	Descripción sitio de muestreo	Tipo de Zona según uso de suelo	Nombre de Laboratorio	Límite (dB) Acuerdo Ministerial 097A		Resultado (dB) Diurno	Resultado (dB) Nocturno	Cumplimiento
	X	Y						Diurno	Nocturno			
MDC 3-1 (D)/ (N)*	298552	9959931	30/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite norte de la plataforma	INDUSTRIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	70	65	46	49	SI
MDC 3-2 (D)/ (N)*	298526	9959877	30/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite oeste de la plataforma	INDUSTRIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	70	65	57	60	SI
MDC 3-3 (D)/ (N)*	298614	9959846	30/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite sur de la plataforma	INDUSTRIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	70	65	43	47	SI
MDC 3-4 (D)/ (N)*	298646	9959918	30/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite este de la plataforma	INDUSTRIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	70	65	46	48	SI

*(D): Diurno

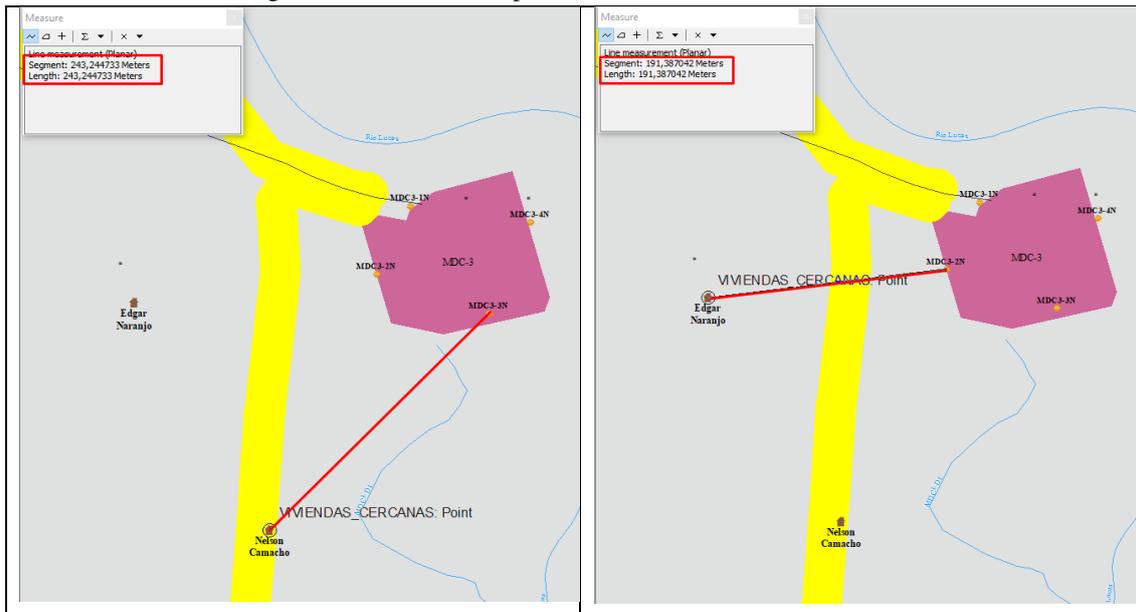
*(N): Nocturno

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Los puntos fueron seleccionados en base a los criterios anteriormente indicados:

- MDC 3-2 fue seleccionado debido a que se encuentra a 191m de distancia de la Vivienda del Sr. Edgar Naranjo.
- Se realizó el muestreo en el punto MDC 3-3 debido a que se encuentra a 243 m de distancia de la Vivienda del Sr. Nelson Camacho.
- MDC 3-1 y MDC 3-4 fueron seleccionados debido a que se encuentran en el perímetro de la plataforma, cubriendo así toda el área de la infraestructura existente.

Figura 3.1.13 Ubicación puntos de muestreo de ruido MDC 3



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Estos puntos fueron seleccionados, tomando en cuenta el criterio inicial, cerca del área de implementación de la infraestructura, en este caso de la plataforma existente que se encuentra en fase operativa, considerando este como punto de fondo de línea base, en el cuál no se involucra fuentes de ruido externas. Además, se consideró los (asentamientos humanos), es decir las viviendas del Sr. Edgar Naranjo y Sr. Nelson Camacho.

En base a los resultados, se puede observar que, tanto el ruido diurno como el ruido nocturno se encuentra dentro de los límites máximos permisibles en todos los puntos.

Figura 3.1.14 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 3



Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Emisión de Ruido MDC 16**

Se realizaron muestreos en la plataforma MDC 16 en horario diurno y nocturno, en los siguientes puntos:

Tabla 3.1.7 Descripción del muestreo de ruido MDC 16

Código de la muestra	Ubicación de puntos de muestreo – Coordenadas		Fecha	Diurno/ Nocturno	Descripción sitio de muestreo	Tipo de Zona según uso de suelo	Nombre de Laboratorio	Límite (dB) Acuerdo Ministerial 097A		Resultado (dB) Diurno	Resultado (dB) Nocturno	Cumplimiento
	X	Y						Diurno	Nocturno			
MDC 16-1 (D)/ (N)*	297183	9956212	30/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite oeste de la plataforma	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	40	41	SI
MDC 16-2 (D)/ (N)*	297247	9956280	30/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite norte de la plataforma	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	40	42	SI
MDC 16-3 (D)/ (N)*	297298	9956220	30/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite este de la plataforma	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	39	42	SI
MDC 16-4 (D)/ (N)*	297246	9956152	30/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite oeste de la plataforma	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	54	55	NO

*(D): Diurno

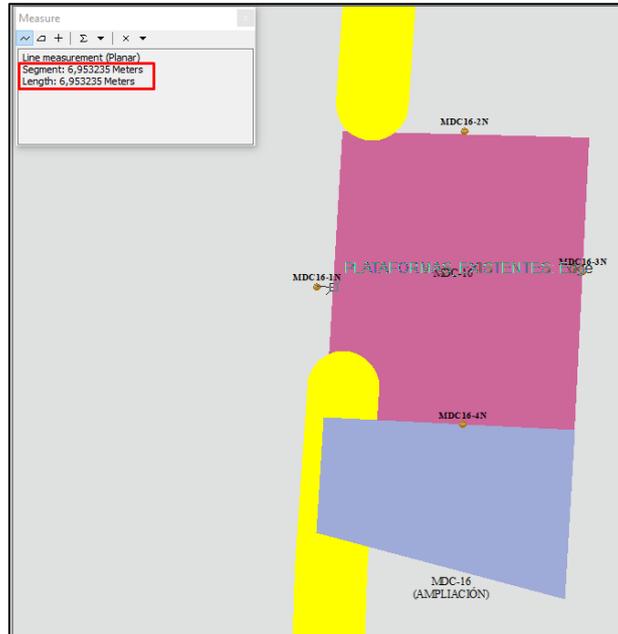
*(N): Nocturno

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Los puntos fueron seleccionados en base a los criterios anteriormente indicados:

- MDC 16-1, MDC 16-2 MDC 16-3 y MDC 16-4 fueron seleccionados debido a que se encuentran en el perímetro de la plataforma, cubriendo así toda el área de la infraestructura existente.

Figura 3.1. 15 Ubicación puntos de muestreo de ruido MDC 16



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Estos puntos fueron seleccionados, tomando en cuenta el criterio inicial, cerca del área de infraestructuras existentes en este caso de la plataforma existente que se encuentra en fase operativa, considerando este como punto de fondo de línea base, en el cuál no se involucra fuentes de ruido externas. Para la comparación del LMP de esta plataforma se utilizó el tipo de suelo agrícola residencial debido a que es una ampliación de la plataforma MDC 16 y el actual tipo de suelo del área corresponde al mismo.

El punto MDC 16-4 supera el LMP para ruido nocturno, esto se puede dar principalmente por acción de la fauna nocturna del área del proyecto; en el resto de puntos de muestreo los niveles de ruido se encuentran muy por debajo de los niveles máximos permisibles por la normativa ambiental vigente.

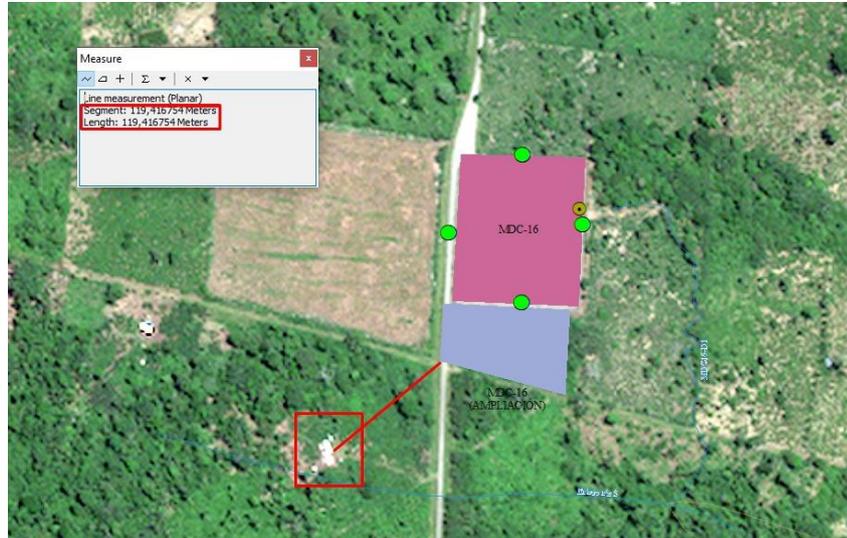
Figura 3.1.16 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 16



Tomado por: COSTECAM, 2019

Cabe señalar que no se realizó una muestra en el vértice suroeste a la ampliación de la plataforma MDC16 debido a que el único PCA que se encuentra cercano al área, como se observa en la figura a continuación, está ubicado a 119.41 metros.

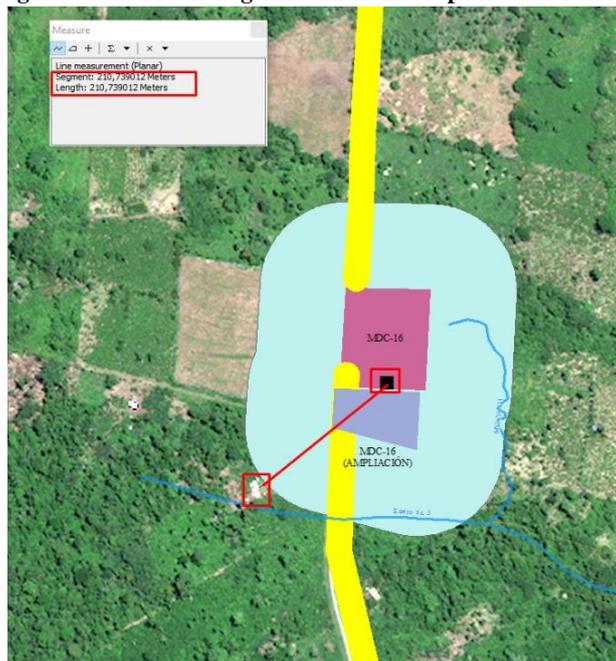
Figura 3.1.17 Punto crítico de afectación vértice suroeste MDC 16



Elaborado por: COSTECAM, 2022

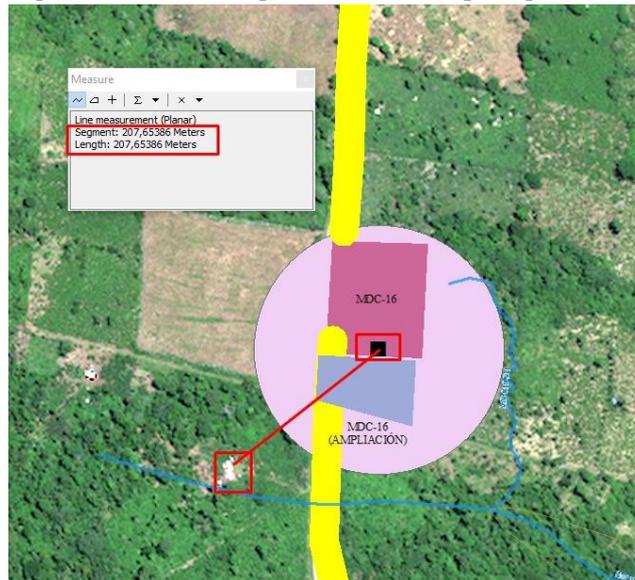
Adicionalmente, en el capítulo 5 Áreas de influencia, se ha determinado que, durante la etapa de construcción, el área de influencia definida para ruido es de 110m, para la etapa de perforación 140m y para la etapa de operación 10m, evidenciando que el PCA no es parte del área de influencia, en ninguna de las etapas del proyecto. En las figuras a continuación, se observan las distancias desde el punto de ubicación del generador hasta el PCA, con la respectiva área de influencia definida para cada etapa:

Figura 3.1.18 Distancia generador- PCA etapa de construcción



Elaborado por: COSTECAM, 2022

Figura 3.1.19 Distancia generador- PCA etapa de perforación



Elaborado por: COSTECAM, 2022

Figura 3.1.20 Distancia generador- PCA etapa de operación



Elaborado por: COSTECAM, 2022

Finalmente, de acuerdo modelamiento de dispersión de ruido realizado para la etapa de perforación (Anexo 4_Capítulo 5/ Anexo 4.2 Cálculo Dispersión de Ruido) la distancia de atenuación para la plataforma MDC-16 es de 74 metros, lo cual implica que desde el punto de emisión de ruido en la plataforma hasta máximo esta distancia se podría percibir el ruido provocado por maquinaria y equipos durante la etapa de perforación.

3.1.2.3 Emisión de ruido nuevas plataformas MDC 60, MDC 70 y MDC 80

- **Emisión de Ruido MDC 60 y vía de acceso**

Se realizaron muestreos en la plataforma MDC 60 y vía de acceso en horario diurno y nocturno, en los siguientes puntos:

Tabla 3.1.8 Descripción del muestreo de ruido MDC 60 y su vía de acceso

Código de la muestra	Ubicación de puntos de muestreo – Coordenadas		Fecha	Diurno/ Nocturno	Descripción sitio de muestreo	Tipo de Zona según uso de suelo	Nombre de Laboratorio	Límite (dB) Acuerdo Ministerial 097A		Resultado (dB) Diurno	Resultado (dB) Nocturno	Cumplimiento
	X	Y						Diurno	Nocturno			
MDC 60-1 (D)/ (N)*	297692	9952422	29/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite sur de la plataforma, cerca de la casa	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	39	40	SI
MDC 60-2 (D)/ (N)*	297240	9954438	29/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	DDV MDC60	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	41	44	SI
MDC 60-3 (D)/ (N)*	297718	9952607	29/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite este de la plataforma	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	37	41	SI
MDC 60-4 (D)/ (N)*	297599	9952619	29/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite oeste de la plataforma	AGRÍCOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	36	41	SI

*(D): Diurno

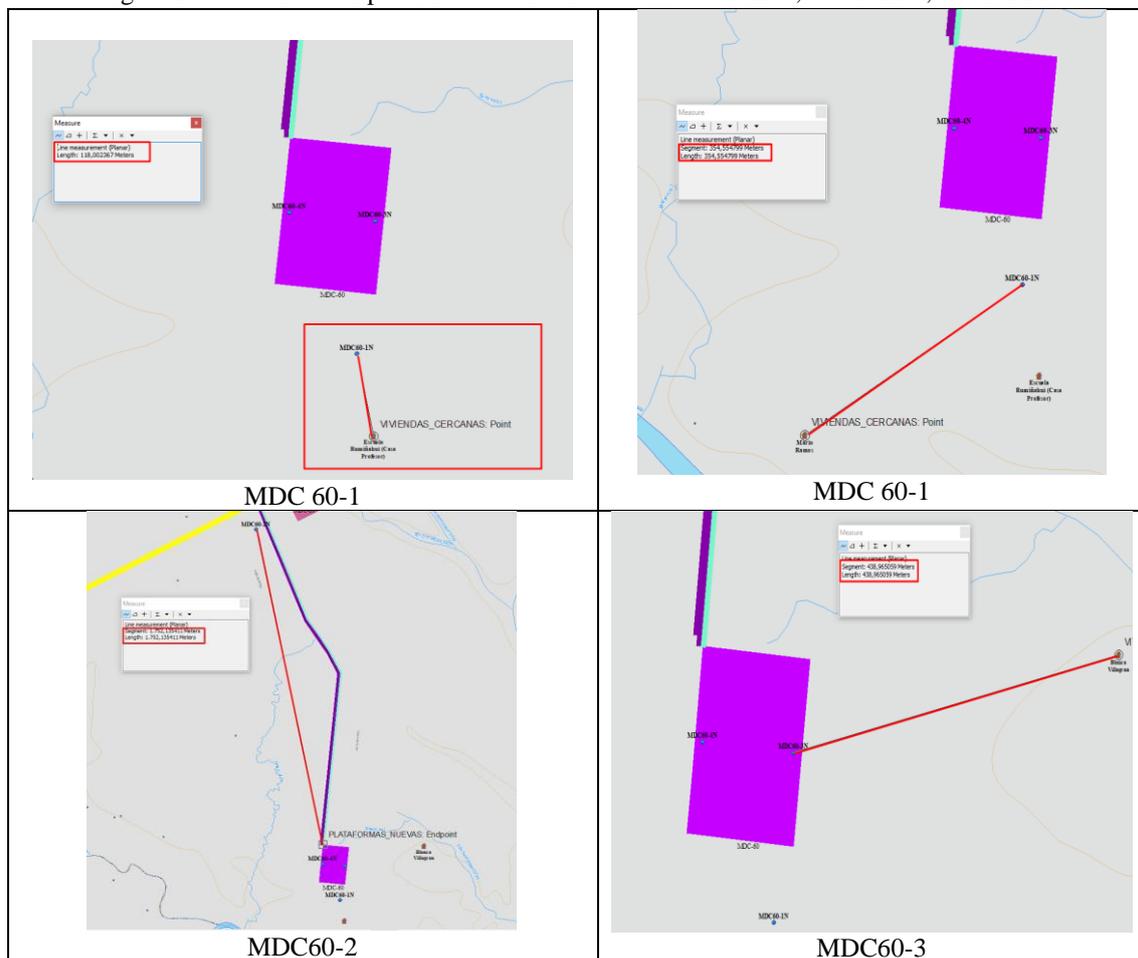
*(N): Nocturno

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Los puntos fueron seleccionados en base a los criterios anteriormente indicados:

- MDC 60-1, fue seleccionado debido a que se encuentra a 118 mtrs de distancia de la escuela Rumiñahui y la vivienda habitada por el profesor de dicha institución educativa. Además, está a 354 mtrs de distancia de la propiedad del Sr. Mario Ramos.
- MDC 60-2, se encuentra en el DDV a una distancia de 1752 mtrs, considerando el ruido de fondo cuando está ya se encuentre en funcionamiento.
- MDC 60-3, se encuentra a una distancia de 439 mtrs de la vivienda de la Sra. Blanca Villagrán.
- MDC 60-4, fue seleccionada debido a que se encuentra en el perímetro, cubriendo así el área de implantación de la plataforma al momento de la operación.

Figura 3.1.21 Distancias puntos de muestreo de ruido MDC 60-1, MDC 60-2, MDC 60-3



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Estos puntos fueron seleccionados, tomando en cuenta el criterio inicial, asentamientos humanos, ubicando los puntos cerca de las viviendas de los habitantes de la zona y de la escuela Rumiñahui, y cerca del área de implementación de la infraestructura, cercanos a la vía de acceso a la plataforma, considerando este como punto de fondo de línea base, en el cuál no se involucra fuentes de ruido externas.

Es importante señalar que los puntos seleccionados, se encuentran en el área de implantación de la infraestructura y están ubicados cercanos a los sitios de importancia de muestreo, de acuerdo a los criterios de selección.

En el caso de estudio, al ser nuevas plataformas en donde no existen actividades hidrocarburíferas en los sitios de implantación del proyecto, por lo que se consideró únicamente los sitios o lugares ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc). Igualmente, no se registraron áreas de desarrollo productivo y subsistencia, así como diferentes tipos de bosques.

Cabe señalar que, la comparación de los LMP para la plataforma MDC 60 se realizó tomando en cuenta Uso de Suelo agrícola residencial y no con uso de suelo de Equipamiento de Servicios Sociales, ya que la escuela más cercana (Escuela Rumiñahui), se ubica a 197 m de uno de los vértices de la plataforma MDC60 (Figura 3.1.19); es decir, se encuentra fuera de los 120m del área de influencia determinada para el componente ruido (Ver Capítulo 5. Áreas de Influencia y Sensibilidad).

Figura 3.1. 22 Distancia de MDC-60 a la Escuela Rumiñahui



Elaborado por: COSTECAM, 2021

En la tabla “Descripción del muestreo de ruido MDC 60 y su vía de acceso”, se puede observar que todas las muestras se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, tanto para ruido diurno como para ruido nocturno.

Figura 3.1.23 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 60 y DDV



Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Emisión de Ruido MDC 70 y vía de acceso**

Se realizaron muestreos en la plataforma MDC 70 y la vía de acceso en horario diurno y nocturno, que abarcaron los criterios importantes del área de estudio. Los resultados del muestreo permiten conocer las condiciones iniciales antes de la construcción, perforación y operaciones de la plataforma. Los puntos seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 3.1. 9 Descripción del muestreo de ruido MDC 70 y su DDV

Código de la muestra	Ubicación de puntos de muestreo – Coordenadas		Fecha	Diurno/ Nocturno	Descripción sitio de muestreo	Tipo de Zona según uso de suelo	Nombre de Laboratorio	Límite (dB) Acuerdo Ministerial 097A		Resultado (dB) Diurno	Resultado (dB) Nocturno	Cumplimiento
	X	Y						Diurno	Nocturno			
MDC 70-1 (D)/ (N)*	298834	9961563	29/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite sur de la plataforma	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	39	39	SI
MDC 70-2 (D)/ (N)*	298748	9961662	29/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite oeste de la plataforma	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	37	41	SI
MDC 70-3 (D)/ (N)*	298855	9961670	29/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite norte de la plataforma	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	39	38	SI
MDC 70-4 (D)/ (N)*	297826	9960817	29/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	DDV MDC 70	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	46	47	NO

*(D): Diurno

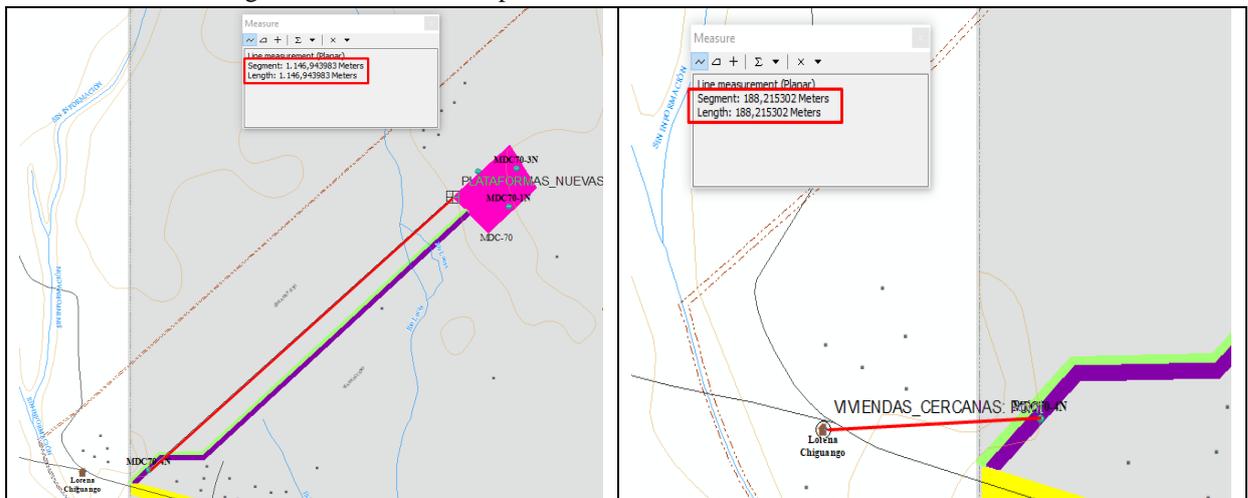
*(N): Nocturno

Elaborado por: COSTECAM, 202

Los puntos fueron seleccionados en base a los criterios anteriormente mencionados:

- MDC 70-1, MDC 70-2 y MDC-70-3, fueron seleccionados debido a que se encuentran a lo largo del perímetro y de esta manera se encuentra cubierta toda el área de implantación de la plataforma, en la cual se deberá determinar la variación de ruido al momento de la operación de la plataforma.
- MDC 70-4, se encuentra en la vía de acceso a una distancia de 1146 mtrs de la plataforma considerando el ruido de fondo cuando está ya se encuentre en funcionamiento. Además, este punto de muestreo se escogió debido a que se está a una distancia de 188 mtrs respecto de la vivienda de la Sra. Lorena Chiguango.

Figura 3.1. 24 Distancias puntos de muestreo de ruido MDC 70-4



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Es importante señalar que los puntos seleccionados, se encuentran en el área de implantación de la infraestructura y están ubicados cercanos a los sitios de importancia de muestreo, de acuerdo a los criterios de selección.

En el estudio, al ser nuevas plataformas en donde no existen actividades hidrocarburíferas en los sitios de implantación del proyecto, se consideró únicamente los sitios o lugares ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc.) y área de desarrollo productivo. No se registró diferentes tipos de bosques, por lo cual no fue necesario otro muestreo.

En base a los resultados obtenidos, se evidencia que en uno de los puntos del muestreo el ruido nocturno es mayor al diurno, y en uno de ellos MDC 70-4 el resultado sobrepasa en dos dB al LMP establecido en la normativa para uso de suelo agrícola residencial, eso puede deberse a que este es uno de los puntos más cercanos a las vías existentes y a las viviendas de la zona.

En la mayoría de los puntos de muestreo, los niveles de ruido tanto diurno como nocturno, se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos por la norma, por lo que se deberá evaluar el ruido al momento de la construcción, perforación y operación de la plataforma, tal y como se detalla en el plan de monitoreo.

Figura 3.1.25 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 70 y DDV



Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Emisión de Ruido MDC 80**

Se realizaron muestreos en la plataforma MDC 80 en horario diurno y nocturno, en los siguientes puntos:

Tabla 3.1. 10 Descripción del muestreo de ruido MDC 80

Código de la muestra	Ubicación de puntos de muestreo – Coordenadas		Fecha	Diurno/ Nocturno	Descripción sitio de muestreo	Tipo de Zona según uso de suelo	Nombre de Laboratorio	Límite (dB) Acuerdo Ministerial 097A		Resultado (dB) Diurno	Resultado (dB) Nocturno	Cumplimiento
	X	Y						Diurno	Nocturno			
MDC 80-1 (D)/ (N)*	297473	9959047	29/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite oeste de la plataforma	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	44	45	SI
MDC 80-2 (D)/ (N)*	297603	9959049	29/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite este de la plataforma	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	34	37	SI
MDC 80-3 (D)/ (N)*	297559	9959103	29/11/2019	7:01/21:00 21:01/7:00	Límite norte de la plataforma	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	35	40	SI
MDC 80-4 (D)/ (N)*	297529	9958884	29/11/2019	21:01/7:00 21:01/7:00	Límite sur de la plataforma, cerca de la casa	AGRICOLA RESIDENCIAL	CHAVEZ SOLUTIONS	65	45	38	39	SI

*(D): Diurno

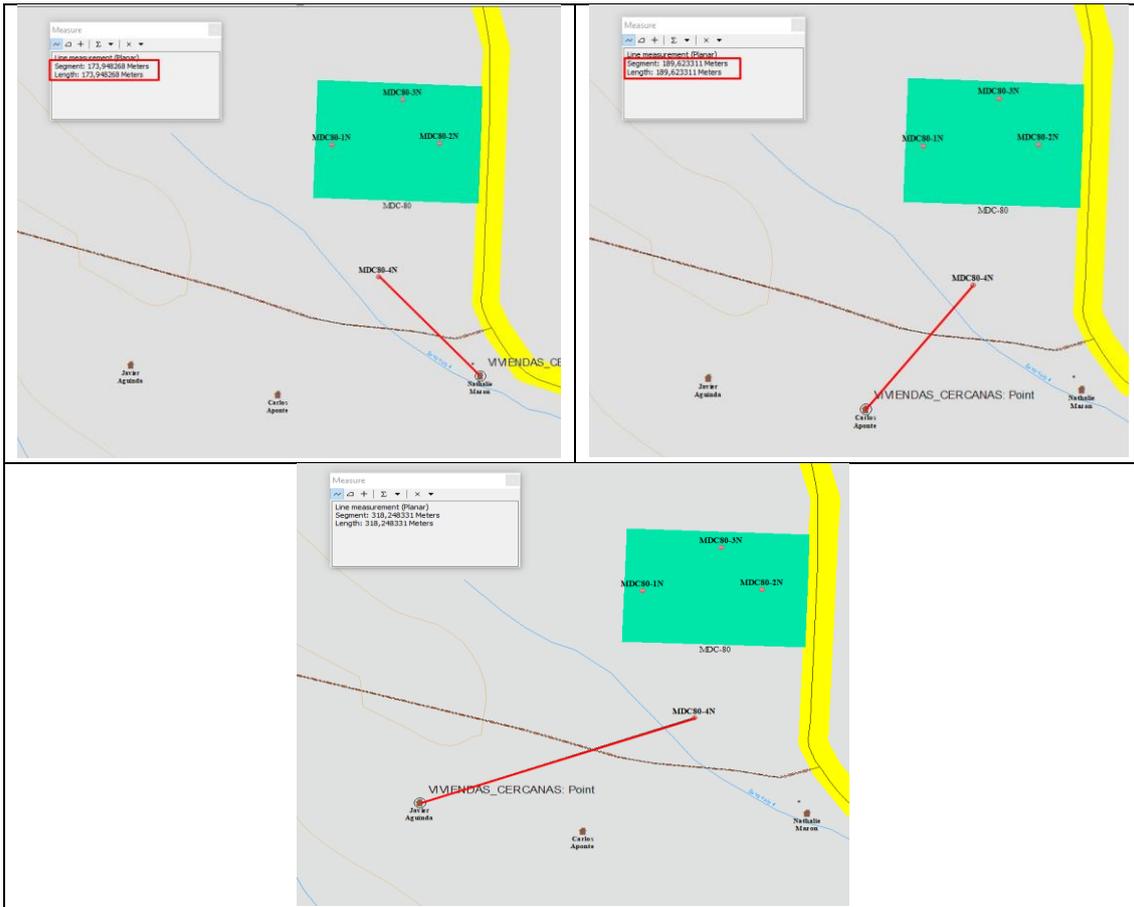
*(N): Nocturno

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Los puntos fueron seleccionados en base a los criterios mencionados:

- MDC 80-1, MDC 80-2 y MDC 80-3, se encuentran bordeando la plataforma cubriendo así toda el área de operación de la plataforma.
- MDC 80-4, se encuentra a una distancia de 174 mtrs de la vivienda de la Sra. Natalie Mazón, a 189 mtrs de la casa del Sr. Carlos Aponte y a 318 mtrs de la propiedad habitada por el Sr. Javier Aguinda.

Figura 3.1. 26 Distancias puntos de muestreo de ruido MDC 80-4



Tomado por: COSTECAM, 2019

Estos puntos fueron seleccionados, tomando en cuenta el criterio inicial, los tres primeros (área de implementación de la infraestructura), cercano a la vía de acceso a la plataforma considerando estos como punto de fondo de línea base, en los cuales no se involucra fuentes de ruido externas y el último punto (asentamientos humanos), ubicado cerca de las viviendas de la Sra. Natalie Mazón, Sr. Carlos Aponte y del Sr. Javier Aguinda.

Es importante señalar que los puntos seleccionados, se encuentran en el área de implantación de la infraestructura y están ubicados cercanos a los sitios de importancia de muestreo, de acuerdo a los criterios de selección.

En el caso de estudio, al ser nuevas plataformas en donde no existen actividades hidrocarburíferas en los sitios de implantación del proyecto, se consideró únicamente los sitios o lugares ocupados por receptores sensibles (humanos, fauna, etc).

Se evidencia en la tabla de resultados que, en todos los puntos de muestreo, los niveles de ruido nocturno son mayores a los diurnos, esto puede ser el resultado de que esta plataforma es cercana a algunas viviendas de la zona y además debido a que se encuentra a lado a la vía principal del Bloque MDC y puede haber incremento de vehículos pesados en la noche.

Sin embargo, en uno de los puntos se evidencia que el resultado nocturno se encuentra en el límite máximo permisible (45 dB) para uso de suelo agrícola residencial. En el resto de los puntos los niveles de ruido tanto diurno como nocturno, se encuentran debajo de los límites permisibles establecidos por la normativa. Se deberá evaluar el ruido al momento de la construcción, perforación y operación de la plataforma.

Figura 3.1.27 Muestreo de ruido diurno y nocturno MDC 80



Tomado por: COSTECAM, 2019

3.1.3 Calidad del aire

Como parte del cumplimiento del art. 12 del RAOHE 1215, ENAP, ha venido presentado los informes de monitoreos efectuados en el bloque MDC (Anexo 2_Capítulo 3, Anexo 2.1.6), los cuales han sido presentados a la autoridad ambiental:

Tabla 3.1. 11 Estado de monitoreos de calidad del aire presentados al MAE

DESCRIPCIÓN	ESTADO
Monitoreo Calidad de aire Bloque 46 MDC 2019	Entregado con oficio SG-070-2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

3.1.3.1 Metodología

Los muestreos fueron efectuados por el laboratorio acreditado CHAVEZSOLUTIONS, mismo que se anexan los Informes de Monitoreo, acreditación del laboratorio, cadena de custodia y protocolo de laboratorio (Anexo 2.1.2, Anexo 2.1.3, Anexo 2.1.4 y Anexo 2.1.5). El objetivo fue tener una línea base de las nuevas implantaciones del área de estudio, para así determinar la calidad del aire antes de la implantación del proyecto.

Los puntos de muestreo fueron seleccionados en base a los siguientes criterios:

1. Asentamientos humanos que se encuentren cerca al área de implantación de las plataformas.
2. Acceso y factibilidad de instalación de la estación de muestreo de aire.
3. Área de implantación de la infraestructura.
4. Escala del proyecto para la consideración del número de sitios de muestreo que abarque los tres criterios anteriores.

Se consideró la metodología aplicada en la revista Scielo de la Fuente: Manual de procedimiento del programa de control de contaminación atmosférica del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social de Venezuela (MSAS, 1988), la cual señala que, para establecer el sitio óptimo de monitoreo, se considera el tamaño del área donde se realizará la investigación. En este caso el área aplicable al proyecto está en la escala de sub-urbana, debido a las dimensiones que van de 0.5 a 4 km, tomado de la Fuente: Al establecerse en esta categoría se indica que se requiere de sólo un sitio de monitoreo para la medición de concentraciones representativa de los volúmenes asociados. Por lo tanto, se estableció (1) sitio de muestreo para el área de cada plataforma (Rojano. R, Pérez. J, Galindo.A, Mendoza.Y, Soto. D & Toncel.E, 2008) (Ver Anexo 2.1.9). Según la Descripción de las escalas espaciales empleadas para la medición de calidad de aire descritas en el Manual 3 Redes Estaciones y Equipos de Medición de Calidad del Aire, a esta distancia (500 m a 4 Km) las mediciones *“representan las condiciones de una subregión urbana razonablemente homogénea con dimensiones de varios kilómetros. Los datos se pueden emplear para evaluar los modelos empleados para la evaluación de fuentes”*. Esta escala se aplica en áreas donde la tasa de aumento o disminución del gradiente de concentración de gases y de partículas es relativamente baja y en grandes secciones de pueblos y ciudades pequeñas, por ejemplo: áreas suburbanas en las cercanías de los centros urbanos. En general, estas áreas son homogéneas en términos de perfil de concentración. Las mediciones de la escala local pueden ser asociadas con concentraciones de línea de base en áreas de crecimiento proyectado y en estudios sobre

respuestas de la población a la exposición a contaminantes, por ejemplo: efectos sobre la salud. Asimismo, los máximos de concentración asociados con episodios de contaminación atmosférica pueden estar distribuidos de manera razonablemente uniforme sobre áreas de escala local. Dependiendo de lo homologados que estén los métodos de medición, esta escala puede servir para hacer comparaciones de calidad del aire entre dos o más redes, satisfaciendo la mayoría de los objetivos de tomadores de decisiones. Anexo 2_Capítulo 3/Anexo 2.1 Línea Base Física/Carpeta 2.1.2 Muestreos MDC/CALIDAD DEL AIRE/MANUAL 3 Redes, Estaciones y Equipos de Medición de la Calidad del Aire.

La determinación de la calidad de aire se realiza a través de una estación de calidad de aire portátil la cual realiza la medición de contaminantes atmosféricos (CO, SO₂, O₃, NO₂, PM₁₀ y PM_{2,5}) y se aplica el procedimiento específico de ensayo PEE58 y PEE59: Medición de Calidad de Aire Ambiente. Cartuchos de carbón activo 400/200 mg/tubo y análisis por Cromatografía de gases CG/FID (CHAVEZSOLUTIONS, 2019). En la siguiente tabla se aprecia los equipos utilizados para el monitoreo de Calidad de Aire Ambiente.

Tabla 3.1. 12 Equipos de medición de aire ambiente

EQUIPO	PARÁMETRO	METODO/REFERENCIA
Partisol Plus 2025 	Material Particulado PM10 Material Particulado PM2,5	PEE59/USEPA RFPS-0498-118
Thermo 43 C 	SO ₂	PEE58 /USEPA EQSA 0486-060
Thermo 48 C 	CO	PEE58/USEPA RFCA 0981-054
Thermo 42 C 	NO, NO ₂ , NO _X	PEE58/USEPA RFNA 1298-074
Thermo 49 C	Ozono O ₃	PEE58/USEPA EQOA - 0880-047

EQUIPO	PARÁMETRO	METODO/REFERENCIA
		

Fuente: CHAVEZSOLUTIONS, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Nota: Los datos obtenidos en campo con los equipos utilizados por el Laboratorio CHAVEZSOLUTIONS *emiten resultados directos en ppm o ppb, sin embargo, debido a que el Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del TULSMA; Anexo 4. Norma de calidad del aire ambiente o nivel de inmisión del AM 097-A, expresa valores de comparación en ug/m3, para poder tener resultados comparativamente iguales es necesario hacer un cálculo que permita tener en las mismas unidades de ug/m3, usando la densidad de cada gas analizado en un tiempo determinado y se realiza la conversión de medida de resultados de aire de los ensayos de CO, SO2, NO2, O3 que se expresan en la normativa en µg/m3. Es importante indicar que el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) avala estos resultados expresados en ppm siendo esta forma de cómo se evalúa y se emite la Acreditación (Anexo 2_ Capítulo 3/ Anexo 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ Calidad de aire/ ACLARACIÓN RESULTADOS CALIDAD DE AIRE).*

Una vez instalada la estación en cada uno de los puntos de muestreo establecidos, se utilizan los siguientes métodos para determinar la concentración de cada contaminante:

- **SO2:** Fluorescencia UV- límite de detección de 0.001 ppb
- **NO2:** Quimiluminiscencia- límite de detección de 0.001 ppb
- **CO:** Infrarrojo No Dispersivo- límite de detección de 0.01 ppm
- **Ozono O3:** Absorción Ultravioleta- límite de detección de 0.001 ppb
- **Material Particulado PM10:** Gravimétrico- límite de detección de 0,1 µg/m3
- **Material Particulado PM2.5:** Gravimétrico- límite de detección de 0,1 µg/m3 (CHAVEZSOLUTIONS, 2019).

Luego de finalizado el muestreo, los datos son almacenados. Debido a que los resultados recolectados en campo están en condiciones de presión y temperatura de la localidad del monitoreo, para realizar la comparación respectiva con los límites máximos permitidos se deben llevar estos valores a Condiciones de Referencia esto es: a 25 °C de temperatura y 760 mm. Hg. de presión. Para esta corrección se aplica la siguiente ecuación:

$$C_c = C_o \times \frac{760\text{mmHg}}{P_{\text{local}} (\text{mmHg})} \times \frac{T_{\text{local}} (K)}{298K}$$

Cc: concentración corregida.

Co: concentración observada.

PLocal: presión atmosférica local de Francisco de Orellana, en milímetros de mercurio.

T Local: temperatura local de Francisco de Orellana.

Finalmente, los resultados, se analizaron según el Acuerdo Ministerial 097-A.

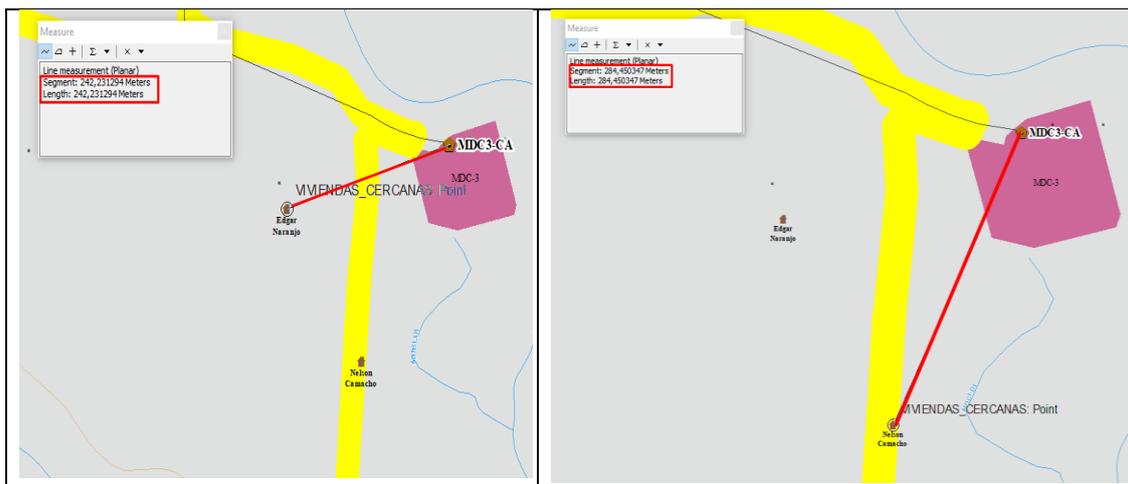
3.1.3.2 Calidad del aire plataformas existentes MDC 3 y MDC 16

- **Calidad del aire MDC 3**

Se realizó el muestreo de calidad de aire con la finalidad de tener una línea base de la actual calidad del aire en el área de operación de la plataforma existente MDC 3.

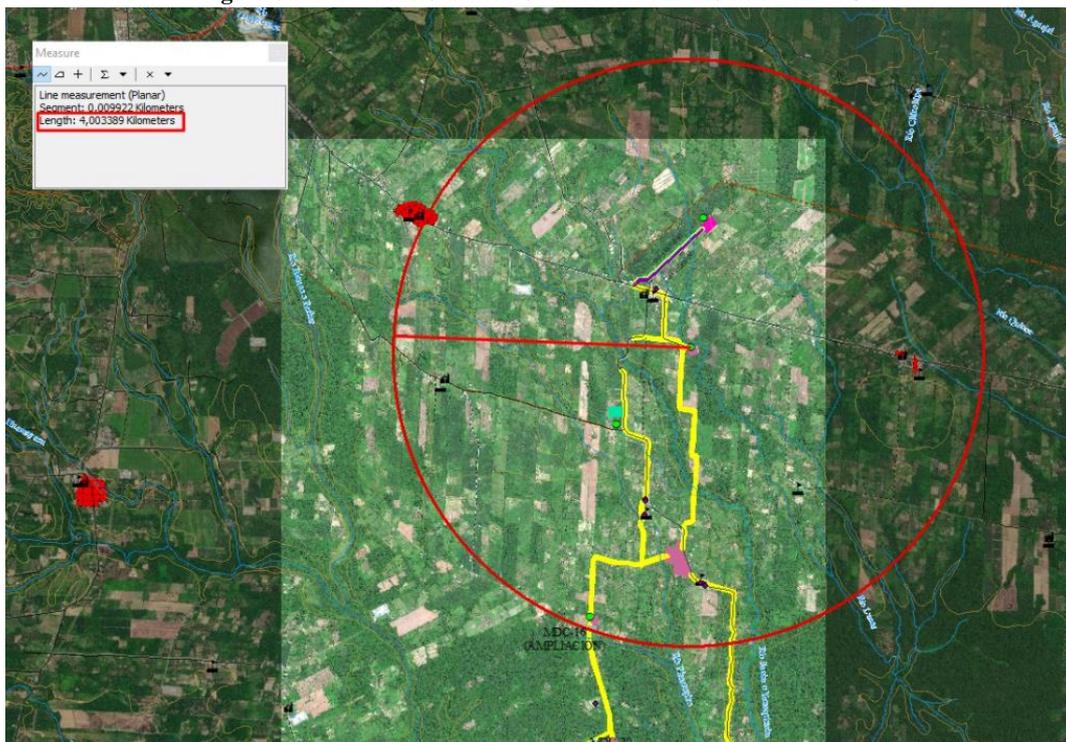
Se ubicó el equipo de medición en un punto interno de la plataforma MDC 3 considerando los cuatro criterios mencionados con anterioridad, a una distancia de 242 mtrs de la vivienda del Sr. Edgar Naranjo y a 284 mtrs de la casa del Sr. Nelson Camacho.

Figura 3.1.28 Distancias punto de muestreo calidad del aire MDC 3-CA



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.29 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 3



Elaborado por: COSTECAM, 2022

Debido a la accesibilidad y la localización de la fuente de energía se ubicó el equipo de medición dentro de la plataforma MDC 3.

En la tabla a continuación, se detalla la ubicación del punto de muestreo de calidad de aire para la Plataforma MDC 3 con sus respectivos resultados:

Tabla 3.1. 13 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 3

CALIDAD DEL AIRE MDC 3									
Fecha de Muestreo: 1-12-2019/2-12-2019									
NORMATIVA	PARÁMETRO	LMP	RESULTADO	UNIDAD	LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO: MDC3-CA		CUMPLIMIENTO	
						Coordenadas			
						X	Y		
Acuerdo Ministerial 097ª; Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Norma de Calidad del aire ambiente o nivel de inmisión Libro VI Anexo 4. Y Acuerdo Ministerial 050; 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente.	Gases contaminantes del aire ambiente					298566	9959930		
	CO(d)	10000	1759	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	NO ₂ (e)	200	4	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	SO ₂ (c)	125	39	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	O ₃ (d)	100	16	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	Partículas contaminantes del aire ambiente								CUMPLE
	MP _{10(c)}	100	26	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	MP _{2,5(c)}	50	3	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
(d) valor promedio de mediciones realizadas cada hora, durante un período de 8 horas, (e) máxima concentración de mediciones realizadas cada 10 minutos, durante un período de una hora.									
(c) valor promedio de mediciones realizadas cada hora durante un período de 24 horas, (f) valor promedio de mediciones realizadas cada minuto durante un período de 10 minutos.									

Fuente: CHAVEZSOLUTIONS, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De los parámetros muestreados, todos se encuentran dentro de los límites permisibles. Por lo que se puede concluir que el área en la cual se encuentra operando la plataforma MDC 3, presenta una buena calidad de aire, conforme el Acuerdo Ministerial 097- A.

Figura 3.1.30 Muestreo de calidad del aire MDC 3

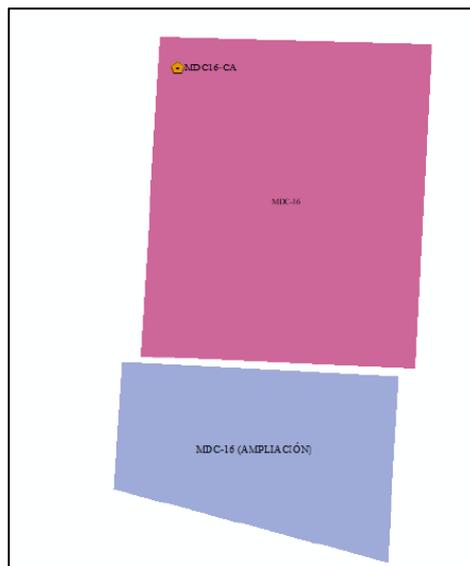


Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Calidad del aire MDC 16**

Se realizó el muestreo de calidad de aire con la finalidad de tener una línea base de la actual calidad del aire en el área de operación de la plataforma existente MDC 16 previo a las nuevas actividades a ejecutarse y a la ampliación. Se ubicó el equipo de medición en un punto interno de la plataforma MDC 16 considerando los cuatro criterios mencionados con anterioridad.

Figura 3.1.31 Ubicación punto de muestreo calidad del aire MDC 16-CA

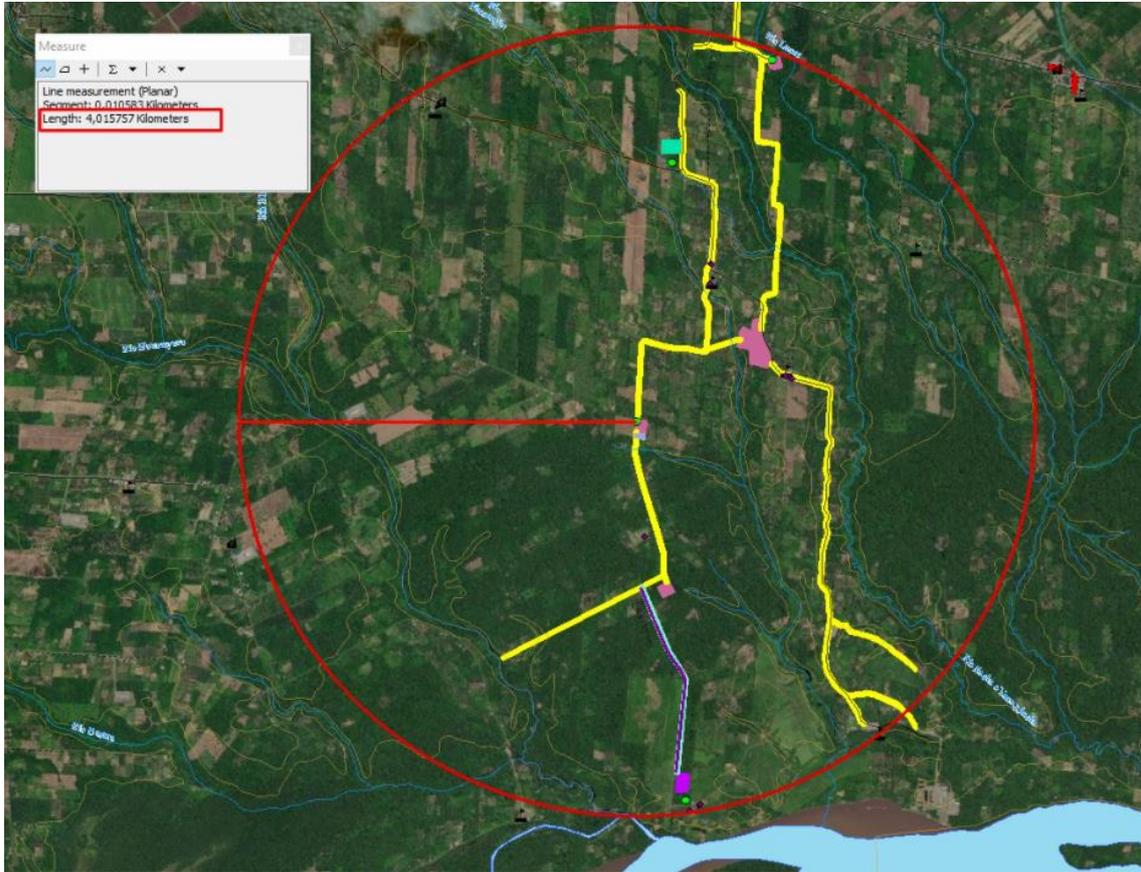


Elaborado por: COSTECAM, 2020

Adicionalmente, en base al cuarto criterio en consideración de la escala, se determinó que una (1) muestra de calidad de aire abarca el área total de la plataforma MDC 16, vía de acceso y líneas

de flujo, incluyendo todos los PCR que se encuentran en el área cercana a la construcción. El muestreo servirá para tener un criterio de comparación de la línea base al momento de realizar el muestreo del proyecto en sus fases de construcción, perforación, que emitan o sean susceptibles de emitir contaminantes al aire ambiente.

Figura 3.1.32 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 16



Elaborado por: COSTECAM, 2022

Debido a la accesibilidad y la localización de la fuente de energía se ubicó el equipo de medición dentro de la plataforma MDC 16.

En la tabla a continuación, se detalla la ubicación del punto de muestreo de calidad de aire para la Plataforma MDC 16 con sus respectivos resultados:

Tabla 3.1. 14 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 16

CALIDAD DEL AIRE MDC 16									
Fecha de Muestreo: 2-12-2019/3-12-2019									
NORMATIVA	PARÁMETRO	LMP	RESULTADO	UNIDAD	LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO: MDC16-CA		CUMPLIMIENTO	
						Coordenadas			
						X	Y		
Acuerdo Ministerial 097 ^a ; Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Norma de Calidad del aire ambiente o nivel de inmisión Libro VI Anexo 4. Y Acuerdo Ministerial 050; 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente.	Gases contaminantes del aire ambiente					297190	9956268		
	CO(d)	10000	1679	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	NO ₂ (e)	200	4	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	SO ₂ (c)	125	20	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	O ₃ (d)	100	7	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	Partículas contaminantes del aire ambiente								CUMPLE
	MP _{10(c)}	100	18	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	MP _{2.5 (c)}	50	12	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
(d) valor promedio de mediciones realizadas cada hora, durante un período de 8 horas, (e) máxima concentración de mediciones realizadas cada 10 minutos, durante un período de una hora.									
(c) valor promedio de mediciones realizadas cada hora durante un período de 24 horas, (f) valor promedio de mediciones realizadas cada minuto durante un período de 10 minutos.									

Fuente: CHAVEZSOLUTIONS, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De los parámetros muestreados, todos se encuentran dentro de los límites permisibles. Por lo que se puede concluir que el área en la cual se encuentra operando la plataforma MDC 16, presenta una buena calidad de aire, conforme el Acuerdo Ministerial 097- A.

Figura 3.1.33 Muestreo de calidad del aire MDC 16



Tomado por: COSTECAM, 2019

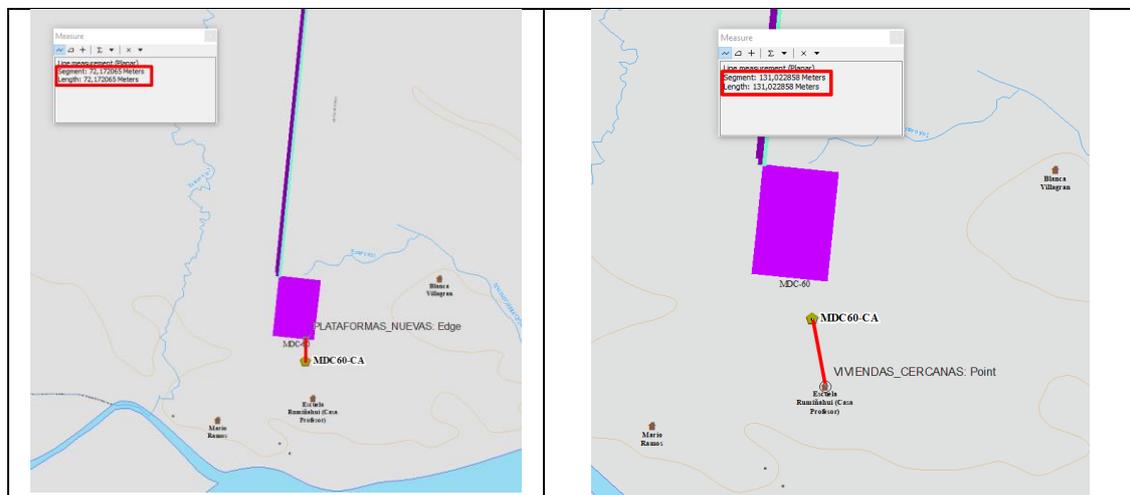
3.1.3.3 Calidad del aire plataformas nuevas MDC 60, MDC 70 y MDC 80

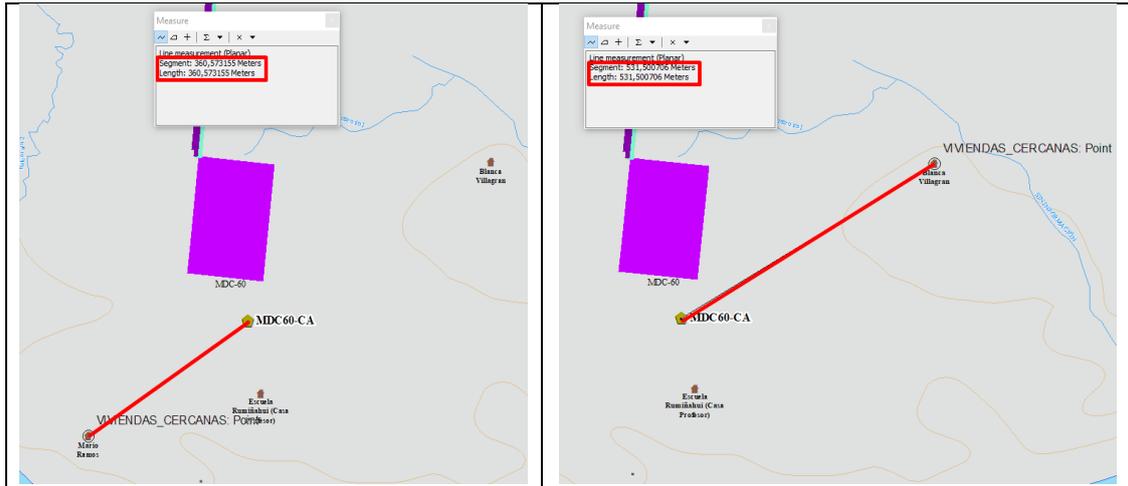
- **Calidad de aire MDC 60**

Se realizó el muestreo de calidad de aire con la finalidad de tener una línea base de las nuevas implantaciones del área de estudio, para así determinar la calidad del aire antes de la implantación del proyecto, considerando que actualmente no existe ningún tipo de operación. Al momento que las plataformas se encuentren operando se realizará el respectivo monitoreo, conforme a la Norma vigente y el sub plan de monitoreo.

Se ubicó el equipo de medición en un punto exterior de la plataforma MDC 60 considerando los cuatro criterios mencionados con anterioridad, a una distancia de 72 mtrs de la plataforma, a 131 mtrs de la Escuela Rumiñahui y casa habitada por el profesor de la institución, a 360 mtrs de la vivienda del Sr. Mario Ramos y a 531 mtrs de la casa de la Sra. Blanca Villagrán.

Figura 3.1.34 Distancias punto de muestreo calidad del aire MDC 60-CA



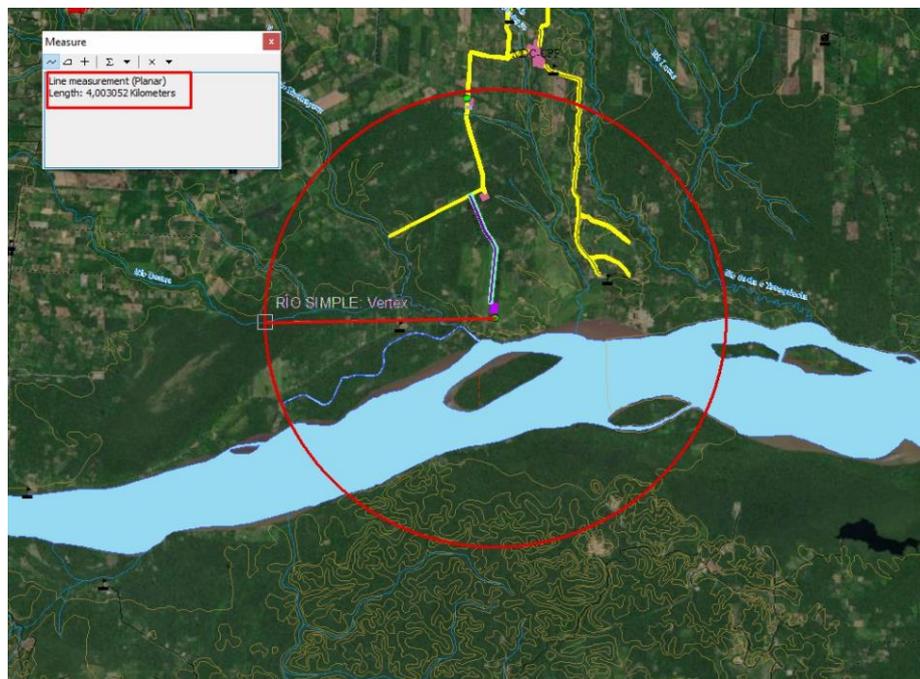


Elaborado por: COSTECAM, 2020

No se colocó el equipo en el área exacta de implantación de la plataforma, debido a la dificultad de accesibilidad y la infraestructura que necesita el equipo para la medición; como es la fuente de energía y un área plana con poca vegetación para la instalación del equipo.

Adicionalmente, en base al cuarto criterio en consideración de la escala, se determinó que una (1) muestra de calidad de aire abarca el área total de la plataforma MDC 60 vía de acceso y líneas de flujo, incluyendo todos los PCR que se encuentran en el área cercana a la construcción. El muestreo servirá para tener un criterio de comparación de la línea base al momento de realizar el muestreo del proyecto en sus fases de construcción, perforación, que emitan o sean susceptibles de emitir contaminantes al aire ambiente.

Figura 3.1.35 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 60



Elaborado por: COSTECAM, 2022

En la tabla a continuación, se detalla la ubicación del punto de muestreo de calidad de aire para la Plataforma MDC 60 con sus respectivos resultados:

Tabla 3.1. 15 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 60

CALIDAD DEL AIRE MDC 60										
Fecha de Muestreo: 27-11-2019 / 28-11-2019										
NORMATIVA	PARÁMETRO	LMP	RESULTADO	UNIDAD	LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO: MDC60-CA		CUMPLIMIENTO		
						Coordenadas				
						X	Y			
Acuerdo Ministerial 097ª; Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Norma de Calidad del aire ambiente o nivel de inmisión Libro VI Anexo 4. Y Acuerdo Ministerial 050; 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente.	Gases contaminantes del aire ambiente					297691	9952435			
	CO(d)	10000	1645	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	NO ₂ (e)	200	2	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	SO ₂ (c)	125	18	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	O ₃ (d)	100	12	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	Partículas contaminantes del aire ambiente									CUMPLE
	MP _{10(c)}	100	9	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	MP _{2,5(c)}	50	4	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	(d) valor promedio de mediciones realizadas cada hora, durante un período de 8 horas, (e) máxima concentración de mediciones realizadas cada 10 minutos, durante un período de una hora.									
(c) valor promedio de mediciones realizadas cada hora durante un período de 24 horas, (f) valor promedio de mediciones realizadas cada minuto durante un período de 10 minutos.										

Fuente: CHAVEZSOLUTIONS, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De los parámetros muestreados, todos se encuentran dentro de los límites permisibles. Por lo que se puede concluir que el área de estudio en donde se va a implantar la plataforma MDC 60, presenta una buena calidad de aire, conforme el Acuerdo Ministerial 097- A.

Figura 3.1.36 Muestreo de calidad del aire MDC 60

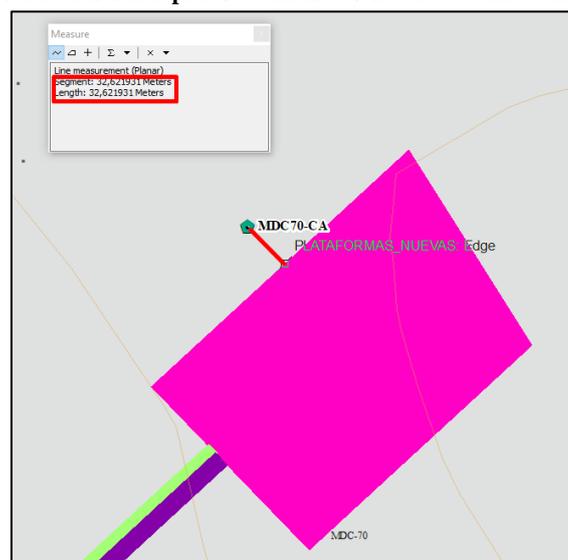


Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Calidad del aire MDC 70**

El muestreo de calidad de aire en la plataforma MDC 70 se realizó en uno de los puntos perimetrales de la misma, para así conocer la calidad de aire del área de influencia de la plataforma y su vía de acceso. Se ubicó a una distancia de 32 mtrs la plataforma.

Figura 3.1.37 Distancia punto de muestreo calidad del aire MDC 70-CA

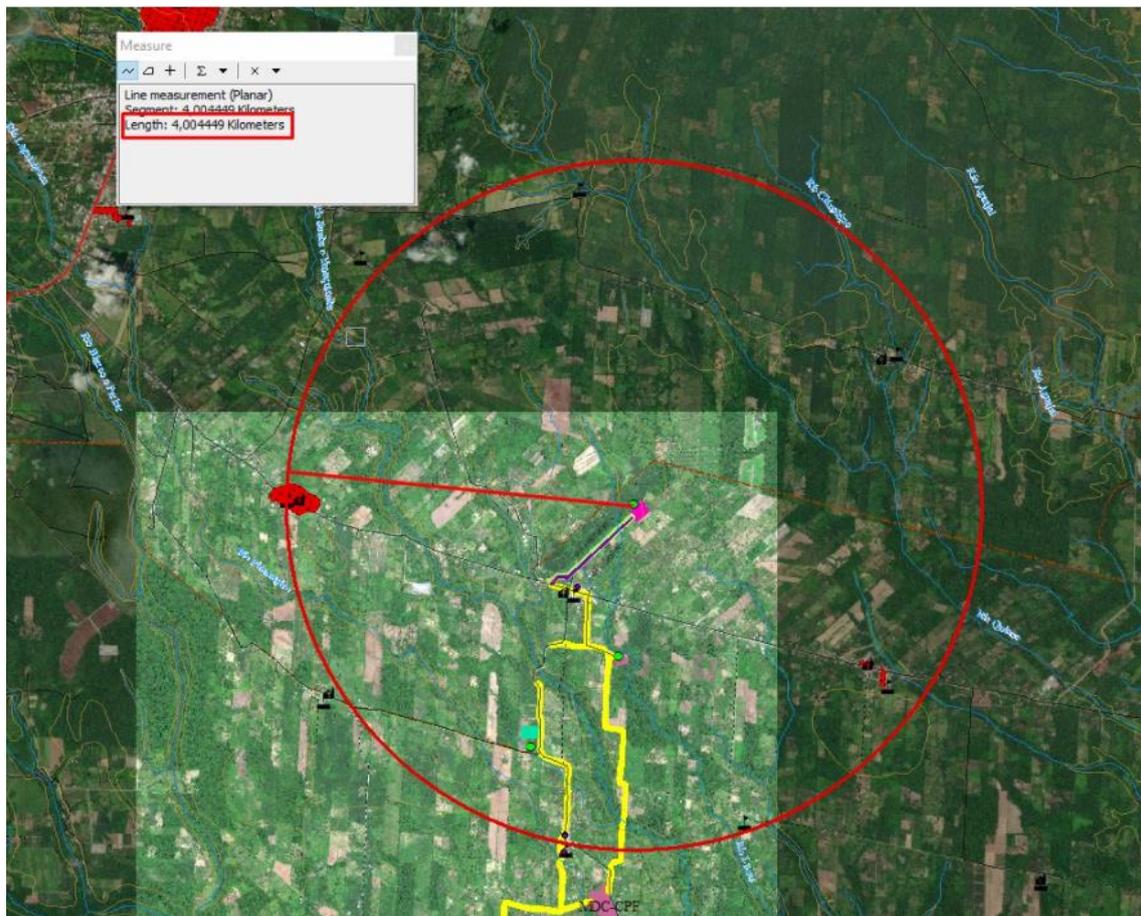


Elaborado por: COSTECAM, 2020

No se colocó en el área exacta de implantación de la plataforma, debido a la dificultad de accesibilidad y la infraestructura que necesita el equipo para la medición; como es la fuente de energía y un área plana con poca vegetación para la instalación del equipo. Motivo por el cual se ubicó el equipo de muestreo de calidad del aire lo más cerca posible a la nueva infraestructura. Es importante considerar que el proyecto actualmente no se encuentra en operación, por lo cual este muestreo sirve como línea base del área del proyecto. Al momento de operación Enap Sipec, deberá realizar los monitoreos, conforme a la normativa ambiental vigente; tal como se indica en el Plan de monitoreo.

Adicionalmente, en base al cuarto criterio en consideración de la escala, se determinó que una (1) muestra de calidad de aire abarca el área total de la plataforma MDC 70, vía de acceso y líneas de flujo, incluyendo todos los PCR que se encuentran en el área cercana a la construcción. El muestreo servirá para tener un criterio de comparación de la línea base al momento de realizar el muestreo del proyecto en sus fases de construcción, perforación, que emitan o sean susceptibles de emitir contaminantes al aire ambiente.

Figura 3.1.38 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 70



Elaborado por: COSTECAM, 2022

En la tabla a continuación, se encuentra la ubicación del punto de muestreo de calidad de aire para la Plataforma MDC 70 con sus respectivos resultados:

Tabla 3.1. 16 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 70

CALIDAD DEL AIRE MDC 70										
Fecha de Muestreo: 29-11-2019 / 30-11-2019										
NORMATIVA	PARÁMETRO	LMP	RESULTADO	UNIDAD	LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO: MDC70-CA		CUMPLIMIENTO		
						Coordenadas				
						X	Y			
Acuerdo Ministerial 097ª; Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Norma de Calidad del aire ambiente o nivel de inmisión Libro VI Anexo 4. Y Acuerdo Ministerial 050; 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente.	Gases contaminantes del aire ambiente					298737	9961687			
	CO(d)	10000	1725	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	NO ₂ (e)	200	4	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	SO ₂ (c)	125	17	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	O ₃ (d)	100	6	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	Partículas contaminantes del aire ambiente									CUMPLE
	MP _{10(c)}	100	11	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
	MP _{2,5(c)}	50	6	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE		
(d) valor promedio de mediciones realizadas cada hora, durante un período de 8 horas, (e) máxima concentración de mediciones realizadas cada 10 minutos, durante un período de una hora.										
(c) valor promedio de mediciones realizadas cada hora durante un período de 24 horas, (f) valor promedio de mediciones realizadas cada minuto durante un período de 10 minutos.										

Fuente: CHAVEZSOLUTIONS, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

De todos los parámetros muestreados, se evidencia que se encuentran dentro de los límites permisibles estipulados por la normativa ambiental vigente. Por lo que se puede concluir que el área de estudio en donde se va a implantar la plataforma MDC 70 y vía de acceso, presenta una buena calidad del aire.

Figura 3.1.39 Muestreo de calidad del aire MDC 70

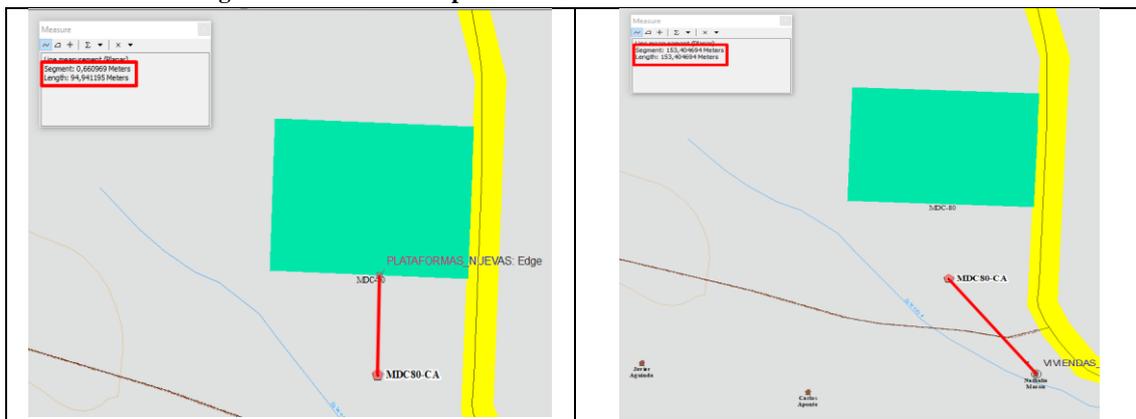


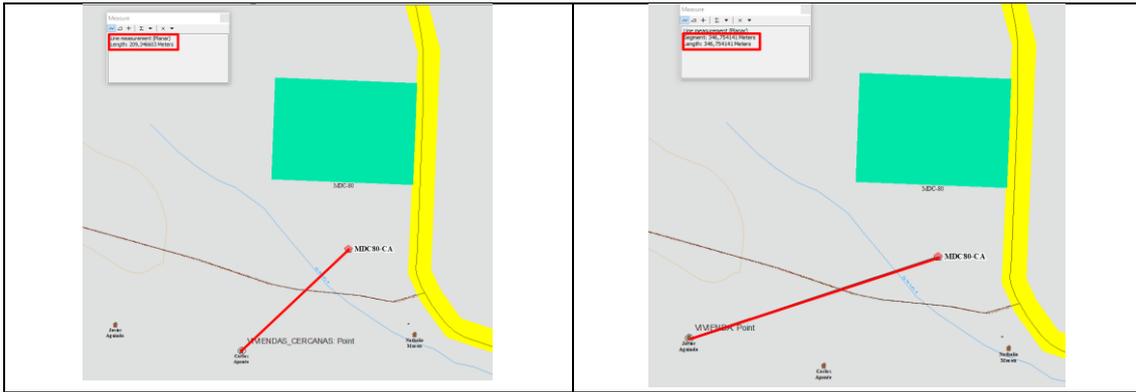
Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Calidad del aire MDC 80**

Considerando los dos criterios anteriormente mencionados, el muestreo de calidad de aire en la plataforma MDC 80 se realizó en uno de los puntos perimetrales de la misma, para así conocer la calidad de aire del área de influencia de la plataforma y *la vía de acceso existente*. Se ubicó a una distancia de 94 mtrs de la plataforma, a 153 mtrs de la vivienda de la Sra. Natalie Mazón, a 209 mtrs de la casa del Sr. Carlos Aponte y a 346 mtrs de la vivienda del Sr. Javier Aguinda.

Figura 3.1.40 Distancias puntos de muestreo calidad del aire MDC 80-CA



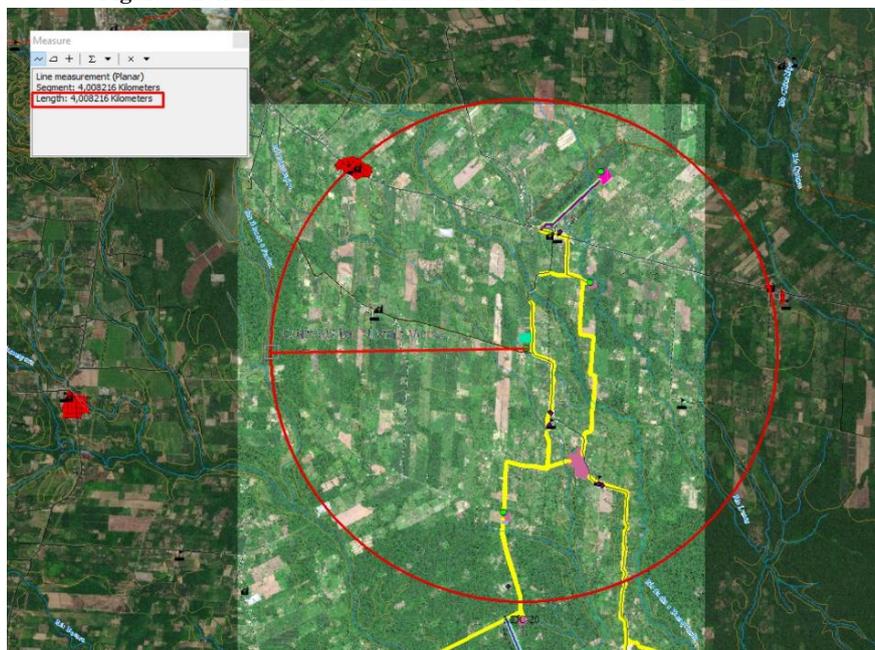


Elaborado por: COSTECAM, 2020

No se colocó en el área exacta de implantación de la plataforma, debido a la dificultad de accesibilidad y la infraestructura que necesita el equipo para la medición; como es la fuente de energía y un área plana con poca vegetación para la instalación del equipo. Motivo por el cual se tomó lo más cerca posible a la nueva infraestructura. Es importante considerar que el proyecto actualmente no se encuentra en operación, por lo cual este muestreo sirve como línea base del área del proyecto. Al momento de operación Enap Sipec, deberá realizar los monitoreos, conforme a la normativa ambiental vigente; tal como se indica en el Plan de monitoreo.

Adicionalmente, en base al cuarto criterio en consideración de la escala, se determinó que una (1) muestra de calidad de aire abarca el área total de la plataforma MDC 80, vía de acceso existente y líneas de flujo, incluyendo todos los PCR que se encuentran en el área cercana a la construcción. El muestreo servirá para tener un criterio de comparación de la línea base al momento de realizar el muestreo del proyecto en sus fases de construcción, perforación, que emitan o sean susceptibles de emitir contaminantes al aire ambiente.

Figura 3.1.41 Dimensionamiento 4km del muestreo de aire MDC 80



Elaborado por: COSTECAM, 2022

En la tabla a continuación, se encuentra la ubicación del punto de muestreo de calidad de aire para la Plataforma MDC 80 con sus respectivos resultados:

Tabla 3.1. 17 Resultados de muestreo de calidad de aire MDC 80

CALIDAD DEL AIRE MDC 80									
Fecha de Muestreo: 30-11-2019 / 01-12-2019									
NORMATIVA	PARÁMETRO	LMP	RESULTADO	UNIDAD	LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO: MDC80-CA		CUMPLIMIENTO	
						Coordenadas			
						X	Y		
Acuerdo Ministerial 097ª; Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente Norma de Calidad del aire ambiente o nivel de inmisión Libro VI Anexo 4. Y Acuerdo Ministerial 050; 4.1.2 Normas generales para concentraciones de contaminantes criterio en el aire ambiente.	Gases contaminantes del aire ambiente					297559	9958883		
	CO(d)	10000	856	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	NO ₂ (e)	200	2	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	SO ₂ (c)	125	12	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	O ₃ (d)	100	9	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	Partículas contaminantes del aire ambiente								CUMPLE
	MP _{10(c)}	100	8	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	MP _{2,5(c)}	50	5	µg/m ³	CHAVEZSOLUTIONS			CUMPLE	
	(d) valor promedio de mediciones realizadas cada hora, durante un período de 8 horas, (e) máxima concentración de mediciones realizadas cada 10 minutos, durante un período de una hora.								
(c) valor promedio de mediciones realizadas cada hora durante un período de 24 horas, (f) valor promedio de mediciones realizadas cada minuto durante un período de 10 minutos.									

Fuente: CHAVEZSOLUTIONS, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Todos los parámetros muestreados se encuentran dentro de los límites permisibles referidos por la normativa ambiental vigente. Por lo que se puede concluir que el área de estudio en donde se va a implantar la plataforma MDC 80 y vía de acceso **existente**, presenta una buena calidad del aire.

Figura 3.1.42 Muestreo de calidad del aire MDC 80



Tomado por: COSTECAM, 2019

3.1.4 Análisis monitoreo de emisiones a la atmósfera Plataformas MDC 3 y MDC 16

ENAP-SIPEC en cumplimiento del Art. 12 del RAOHE 1215, ha contratado a laboratorios certificados por el SAE para que efectúen este monitoreo trimestral de emisiones gaseosas provenientes de las Fuentes Fijas de Combustión, que se encuentran en la Planta de Generación Central ubicada en el Campamento Base CPF-MDC, desde donde se distribuye la energía a todas las plataformas. Los mismos han sido presentados a la autoridad ambiental conforme el siguiente detalle (Anexo 2.1.6):

Tabla 3.1. 18 Estado de monitoreos de Emisiones a la atmósfera presentados al MAE

DESCRIPCIÓN	ESTADO
Monitoreo Ambiental de Emisiones MDC 2T 2019	Entregado con oficio SG-572-2019
Monitoreo Ambiental de Emisiones MDC 3T 2019	Entregado con oficio SG-138-2020
Monitoreo Ambiental de Emisiones MDC 4T 2019	Entregado con oficio SG-138-2020

Fuente: ENAP SIPEC, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Estos monitoreos no son analizados ni considerados dentro del presente proyecto dado que el CPF, se encuentra fuera del área de estudio de este Estudio Complementario.

3.1.5 Geología

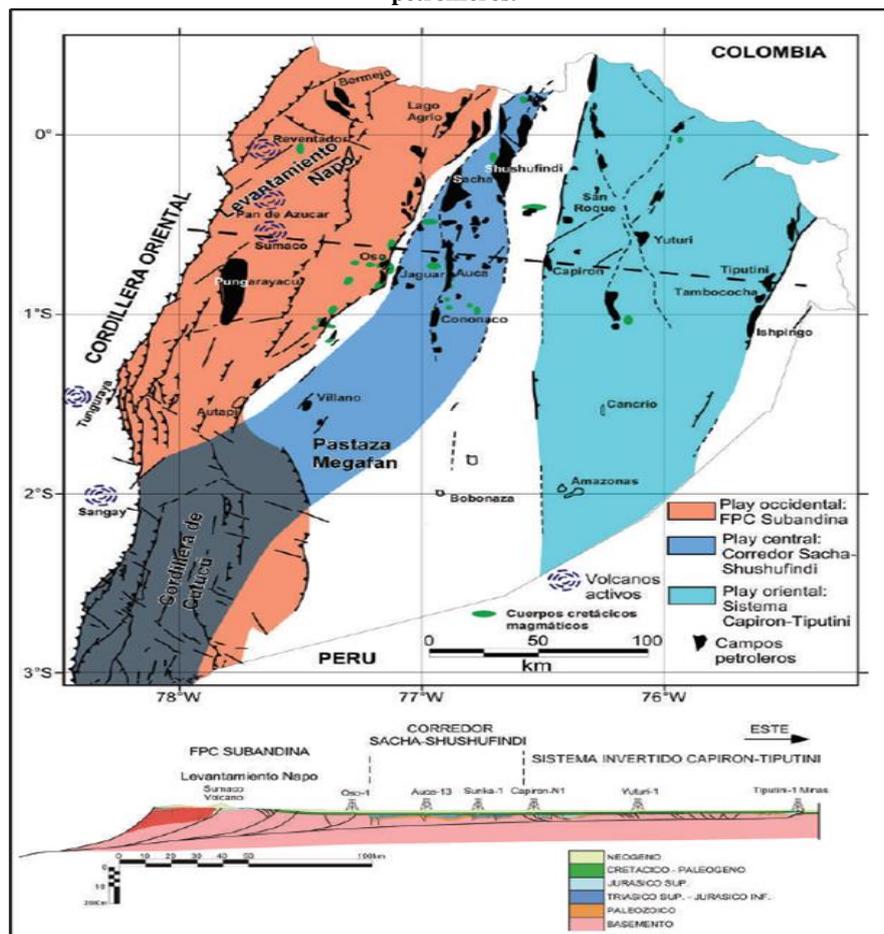
El presente estudio, comprende el análisis de las características geológicas, la identificación de unidades litológicas y geomorfológicas, la geotecnia, suelos, hidrología, hidrogeología y la determinación de la influencia tectónica, volcánica y sísmica del lugar. Estudio que será realizado mediante un análisis previo de recopilación de información bibliográfica y cartográfica de fuentes

como el Instituto de Investigación Geológico y Energético, Instituto Geofísico Nacional, estudio de la Cuenca Oriente Baby et, al 2014, entre otros, así como también los estudios previos realizado en el Bloque MDC; todo esto junto con los datos recolectados en campo.

3.1.5.1 Geología regional

“La Cuenca Oriente, constituye al presente, una cuenca de ante-país de trasarco de los Andes Ecuatorianos. Se ubica en una zona estructuralmente muy compleja, justo al norte de la charnela entre los Andes Centrales y los Andes Septentrionales. La Cuenca Oriente se desarrolla como resultado de esfuerzos transpresivos, presentes a partir del Cretácico Terminal, los que provocan la emersión de la Cordillera Real y la formación de la cuenca de ante-país de trasarco propiamente dicha. Su deformación y la estructuración de sus campos petrolíferos, resultan de la inversión tectónica de antiguas fallas normales ligadas a un sistema de rift de edad triásico y/o jurásico inferior. Estas fallas, actualmente inversas y de fuerte buzamiento, están orientadas principalmente en dirección N-S o NNE-SSW, y limitan tres corredores estructurales-petrolíferos con características propias como son: la Faja Plegada y Corrida Subandina (Play occidental), el Corredor Sacha-Shushufindi (Play central), y el Sistema Invertido Capirón-Tiputini (Play oriental).” (Baby et al. 2014).

Figura 3.1.43 Mapa y sección estructural de la Cuenca Oriente, con sus tres corredores estructurales-petrolíferos.

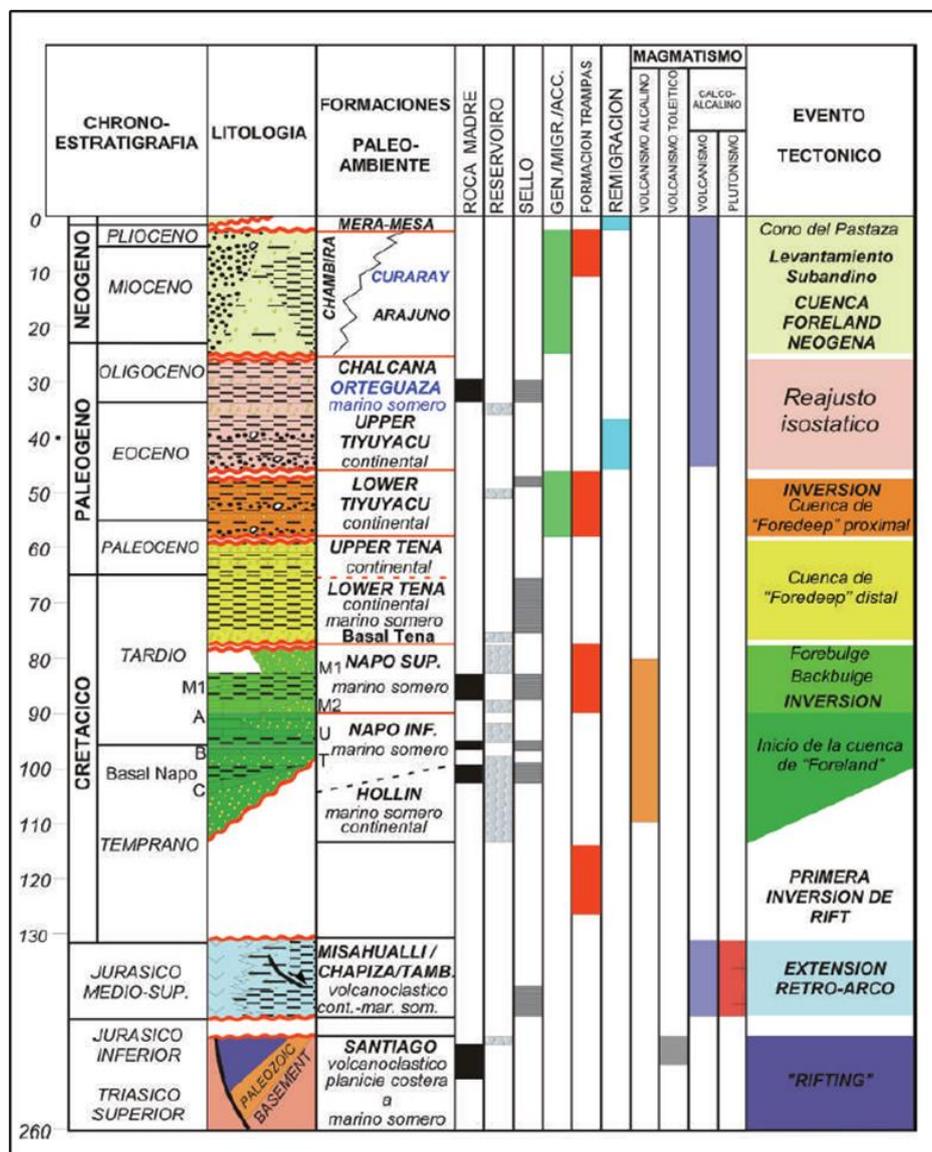


Fuente: Baby et al. 2014

La cuenca oriental ecuatoriana, se encuentra constituida por una potente serie de rocas sedimentarias marino–continentales; cuyas edades varían del Paleozoico al Mesozoico y que reposan directamente sobre un basamento pre-Cámbrico asociado al Escudo Guayanés.

La columna estratigráfica en forma general, está constituida de un basamento metamórfico, sobre el cual se depositaron discordantes sedimentos de edad jurásica (Formación Santiago, Chapiza y Misahuallí); posteriormente la depositación discordante de sedimentos de edad Cretácica representados por las Formaciones Hollín, Napo y Tena Basal que testifican variaciones laterales de facies en un ambiente marino somero, muestran cambios verticales y laterales de facies a lo largo de la cuenca. La parte superior está compuesta de formaciones continentales volcánicas que se depositaron luego del levantamiento andino y está representado por las formaciones Tena Superior, Tiyuyacu, Chalcana durante el Paleógeno, las cuales fueron cubiertas en el Neógeno por las Formaciones Arajuno, Curaray, Chambira, Mesa y Mera (Baby et al. 2014).

Figura 3.1.44 Mapa y sección estructural de la Cuenca Oriente, con sus tres corredores estructurales-petrolíferos



Fuente: Baby et al. 2014

El macizo de roca expuesto a superficie en la Cuenca Oriente, corresponde a formaciones geológicas depositadas durante el Neógeno y Cuaternario; “cuatro formaciones están descritas en este rango de tiempo” (Rivadeneira et al., 2014, p.109):

- Formación Chalcana, de edad oligocénica superior a miocénica.
- Formación Arajuno, de edad miocénica superior.
- Formación Chambira, de edad miocénica superior a pliocénica.
- Formación Mera, de edad pleistocénica.

- **Formación Chalcana**

La Formación Chalcana aflora principalmente en los flancos y en el periclinal sur del levantamiento Napo. Los mejores afloramientos conocidos se ubican cerca de Cascales, en la orilla del Río Aguarico y en la carretera Tena-Puyo, a pocos kilómetros del puente sobre el Río Napo, en dirección al Puyo.

La mayor parte de los sedimentos encontrados a lo largo de la sección del Río Aguarico son depósitos finos de arcillolitas, limolitas, intercalados con finos lentes de areniscas finas a medias. (Baby et al. 2014)

- **Formación Arajuno**

La Formación Arajuno aflora principalmente a orillas del Río Napo y del Río Arajuno. Se han encontrado también buenos afloramientos en la carretera Puyo-Tena y Puerto Napo-Santa Rosa. Esta formación está constituida principalmente por areniscas finas a gruesas, conglomerados intercalados con limolitas y arcillolitas rojizas. (Baby et al. 2014)

- **Formación Chambira**

La Formación Chambira aflora esencialmente en la Depresión Pastaza, a lo largo del Río Napo, y en el sinclinal de Talag al oeste de Tena. La mayor parte de la formación, está formada de conglomerados con una mayoría de clastos de cuarzo lechoso con matriz arcillo-arenosa cuarzosa. Hacia la parte superior de la formación, se localizan conglomerados pasando progresivamente a depósitos más finos de tipo areniscas, limolitas y arcillolitas. El ambiente sedimentario de esta Formación se interpreta como continental fluvial, con un tipo de río potente alternando con episodios de flujos de lodo. (Baby et al. 2014)

- **Formación Mera**

La Formación Mera aflora principalmente en los márgenes del Río Pastaza, donde forma las paredes de sus terrazas aluviales holocenas. La formación está conformada por depósitos gruesos esencialmente constituidos de material volcánico (clastos y matriz arenosa a conglomerática) y en menor proporción de clastos de granito o de rocas metamórficas. Esos componentes constituyen a veces lentes, donde están representados la mayoría de los clastos. La granulometría de los depósitos es muy gruesa y sus elementos alcanzan a veces más de 1 m de diámetro. (Baby et al. 2014)

- **Depósitos Aluviales:**

Los drenajes superficiales del área de estudio arrastran materiales detríticos, los cuales se han depositado formando terrazas aluviales y depósitos eluviales, constituidos principalmente por cantos rodados mal seleccionados de diverso origen. Cubren a sedimentos antiguos de las formaciones Arajuno, Chambira y Mesa y se presentan en formas de relieves planos.

Los materiales depositados por los ríos Napo, Coca y Payamino están constituidos por conglomerados no consolidados de rodados gruesos, redondeados, bien clasificados y sedimentos arenosas y limosas que varían de gruesos a finos, su espesor en algunos casos llega a superar los 20m. (Baby et al. 2014)

3.1.5.2 Geología local

El área de estudio MDC, se encuentra ubicado en el Dominio Central o Corredor Sacha-Shushufindi, éste dominio abarca los campos petrolíferos más importantes de la Cuenca Oriente como son Sacha, Shushufindi y Libertador.

El Bloque MDC está dominado por una secuencia continental no fosilífera. Consiste de un abanico de pie de monte lejano, de ambiente típicamente fluvial, depositada durante una intensa erosión de la cordillera andina. En la zona de estudio, la locación de las plataformas MDC 60, MDC 70, MDC 80 así como las existentes MDC 03 y MDC 16, están representadas principalmente por la formación Chambira, y los depósitos aluviales cuaternarios hacia el sur en los márgenes del río Napo.

- **Formación Chambira (MPIC)**

Esta Formación es predominante en la superficie del Bloque MDC se caracteriza por la presencia de arcillolitas rojizas, con intercalaciones de limos y arenas finas; los suelos se presentan húmedos y con buena plasticidad y compactación.

Figura 3.1.45 MDC 70 Formación Chambira



Tomado por: COSTECAM, 2019

- **Depósitos Aluviales (Qa)**

Son materiales transportados y depositados por el agua en todo lo largo de los cauces de los ríos; presentan variado tamaño (gravas, arenas, limos y arcillas). Estos depósitos se presentan muy desarrollados, ocupando valles fluviales, llanuras y abanicos aluviales, terrazas y paleocauces. Es un depósito característico al sur del Bloque MDC, plataforma MDC 60, por la influencia del río Napo.

Figura 3.1.46 MDC 60 Depósitos Aluviales



Tomado por: COSTECAM, 2019

3.1.6 Geomorfología

La Geomorfología determina los principales rasgos de forma y relieve asociados a características geodinámicas que han contribuido al modelado del paisaje actual de la zona de estudio. El análisis comprende la recopilación y estudio de la información geomorfológica existente y el reconocimiento local de los rasgos y estructuras geomorfológicas de la zona de estudio.

3.1.6.1 Geomorfología regional

Geomorfológicamente, la zona, se encuentra influenciada por la Cordillera y la llanura amazónica, razón por la cual las alturas varían desde los 150 m.s.n.m. en la llanura amazónica; hasta los 3.800 m.s.n.m. en la zona oeste donde se encuentra el Volcán Sumaco, que marca el límite de Orellana con la provincia de Napo.

La mayor parte de la cuenca presenta características de paisajes de piedemonte con formas de origen acumulativo que, debido a la cantidad de drenajes y ríos dobles presentes, han dado lugar a valles, terrazas y extensas llanuras onduladas que se muestran a lo largo de toda la región, distinguidos por su forma alargada. (Winckell et al. 1997)

Los paisajes que conforman la cuenca amazónica, forman grandes zonas colinadas que se encuentran recubiertas por sedimentos de las llanuras de piedemonte y por formaciones pantanosas de las principales redes fluviales. La presencia de depresiones, meandros abandonados y diferentes alturas en las terrazas habla de una morfogénesis fluvial muy activa, de acuerdo a esto, se definen las siguientes geoformas características de la cuenca:

- **Colinas (Ca, Cm, Cb, Cmb)**

Este paisaje se localiza principalmente en la parte central y oriental de la provincia, está relacionada con procesos tectónicos que levantaron las rocas preexistentes dando lugar a la formación de un paisaje colinado.

En la cuenca oriente, se presentan colinas altas, medias, bajas y muy bajas desarrolladas sobre materiales estratificados de arcillas y areniscas de las formaciones Chambira y Curaray; cada una de estas se han caracterizado por la forma que presentan las cimas y vertientes, su desnivel y además por la pendiente. En general la forma de la cima es amplia, redondeada y poco disectada.

- **Llanuras de esparcimiento alto, medio y bajo (LLa, LLm, LLb)**

Las llanuras altas, se localizan en la unión entre la zona subandina y la cuenca amazónica, caracterizadas por sus zonas planas a ligeramente disectadas, desarrolladas por depósitos de esparcimiento de arenas y conglomerados, especialmente de la formación Mera y las llanuras de esparcimiento medio y bajo se encuentran presentes en la zona de la ciudad de Puerto Francisco de Orellana y a lo largo del río Napo hacia el norte; y, entre el río Napo y el río Tiputini en la zona oriental de Orellana. Se caracterizan por un relieve plano a ligeramente ondulado, desarrollado sobre materiales de origen aluvial especialmente gravas, cantos, arenas.

- **Mesas (M)**

Localizado en la parte sur en el límite con Pastaza. Se han desarrollado dos tipos de estructuras de mesas; las mesas ligeramente disectadas y las mesas destruidas que han sufrido un fuerte proceso erosivo. Estos relieves corresponden al piedemonte lejano, especialmente constituidos por materiales arcillosos, conglomerados y capas de areniscas de la formación Mera.

- **Terrazas**

Se presentan como rasgos geomorfológicos con topografía de niveles variables; fisiográficamente son terrazas encajadas, incluyendo bancos arenosos inestables del lecho de los ríos.

En la zona de estudio, las terrazas indiferenciadas se localizan tanto en la margen derecha como izquierda del río Napo.

3.1.6.2 Geomorfología local

La zona de estudio Bloque MDC se ubica sobre una llanura lejana de piedemonte andino, con paisajes característicos como llanuras, terrazas, colinas amplias y redondeadas de hasta 150 m de altura con pendientes suaves que varían entre 0-2 % y 2-5 %, existe presencia de zonas pantanosas

no muy extensas sujetas a procesos de inundación estacional. La zona está en influencia directa con drenajes de tipo dendrítico que forman pequeños meandros sin aparente control estructural.

Existen también pequeños valles con terrazas indiferenciadas en la parte sur del Bloque MDC, influenciados por la actividad morfodinámica de los ríos Napo, Coca y sus afluentes.

La zona sur, en la plataforma MDC 60 y DDV, se encuentra caracterizada por un paisaje colinado de llanura distal con pendientes muy bajas de 0 – 2 % con vertientes amplias y suaves que permiten el drenaje de la escorrentía superficial.

Figura 3.1.47 Llanura colinada pendiente baja vertientes suaves. MDC 60



Tomado por: COSTECAM, 2019

Más al norte, las plataformas MDC 80, MDC 70 y DVD, así como las plataformas existentes MDC 03 y MDC 16, presentan un paisaje colinado bajo con pequeños relieves continuos no mayores a 10 m de pendientes suaves del 2 al 5 %; entre los que existen extensas zonas planas intervenidas ya sea para uso agrícola o facilidades de la industria petrolera.

Figura 3.1.48 Zona plana intervenida plataforma, MDC 70



Tomado por: COSTECAM, 2019

Figura 3.1.49 Zona colinada muy baja, vertientes suaves. MDC 80



Tomado por: COSTECAM, 2019

3.1.6.3 Estabilidad Geológica-Geomorfológica

De acuerdo al análisis geológico y geomorfológico, el área de estudio presenta una buena estabilidad con un riesgo muy bajo de desastres naturales referidos a estos dos factores; sus geoformas relativamente estables y de bajas pendientes junto con una litología superficial que favorece la escorrentía superficial permite la estabilidad de la zona; sin embargo, existen zonas sujetas a procesos de inundación estacional, principalmente en las zonas más planas como en la plataforma MDC 60.

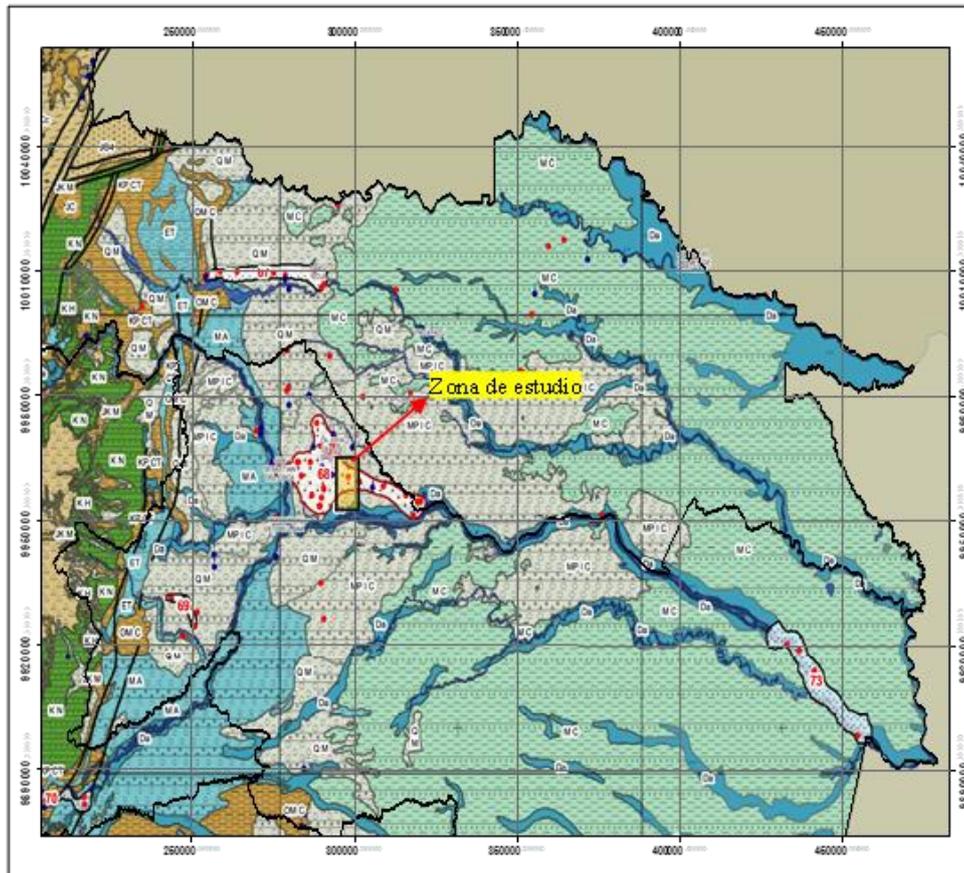
3.1.7 Hidrogeología

Las características hidrogeológicas se analizan en base de la litología; el tipo de roca su continuidad, el grado de porosidad y permeabilidad primaria o secundaria, estos factores determinan la posibilidad de albergar un acuífero.

Según el estudio “Levantamiento de Información Hidrogeológica de Campo a Nivel Nacional por Sistemas Hidrográficos” realizado por Ingenieros Consultores Asociados ICA Cía. Ltda. en el año 2010 y posteriormente la segunda fase para la realización del proyecto: “Elaboración del Mapa Hidrogeológico a escala 1:250.000” realizado por la Empresa Pública de Servicios (ESPOL-TECH E.P) y el Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra (CIPAT), para la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) en el año 2014, se obtuvo un mapa más a detalle donde se pudieron identificar espacialmente las grandes unidades hidrogeológicas del Ecuador.

En el área de estudio MDC las plataformas MDC 60, MDC 70, MDC 80 así como las existentes MDC 03 y MDC 16, y sus respectivos DDV, la principal formación aflorante es Chambira; la cual, hacia la parte superior de su serie sedimentaria, está constituida por conglomerados pasando progresivamente a depósitos más finos de tipo areniscas, limolitas y arcillolitas lo cual la caracteriza como una unidad hidrogeológica de porosidad primaria y permeabilidad media debido a su constitución granular.

Figura 3.1.50 Sección Mapa Hidrogeológico escala 1:250.000



Fuente: Espol-Tech E.P. 2014.

En el área MDC se ha identificado un sistema hidrogeológico denominado Coca Sacha; este sistema acuífero está ligado a la Formación Chambira; su nivel estático se encuentra entre 1 y 12 m, con una profundidad entre 2 y 51 m, con caudales entre 0.05 y 20 ml/s, su extensión es de 371.11 km². Este sistema hidrogeológico está constituido por acuíferos discontinuos y aislados por potentes estratos de limolitas.

En el 100% de los puntos inventariados el principal uso del recurso subterráneo es el consumo humano, ya sea para contacto primario o secundario. La fuente de contaminación más frecuente son las fosas sépticas, actividad de la industria petrolera y en menor cantidad, la presencia de ganadería y animales domésticos. (Espol-Tech E.P. SENAGUA, 2014).

3.1.8 Geotecnia

El Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS), es el principal análisis del que parte un estudio Geotécnico, el cual analiza el factor granulométrico y de plasticidad de un suelo.

Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras mediante la siguiente codificación:

Primera Letra:

G: Grava

S: Arena

M: Limo

C: Arcilla

O: Orgánico

Pt: Turba

Segunda Letra:

P: Pobrementemente graduado (tamaño de partícula uniforme)

W: Bien graduado (tamaños de partícula diversos)

H: Alta plasticidad

L: Baja plasticidad

Se toma como referencia un análisis previo en el cual se realizó la diferenciación geotécnica del área, dividiéndola en zonas, cada una de las cuales se describe por separado. El resultado de este análisis se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3.1. 19 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

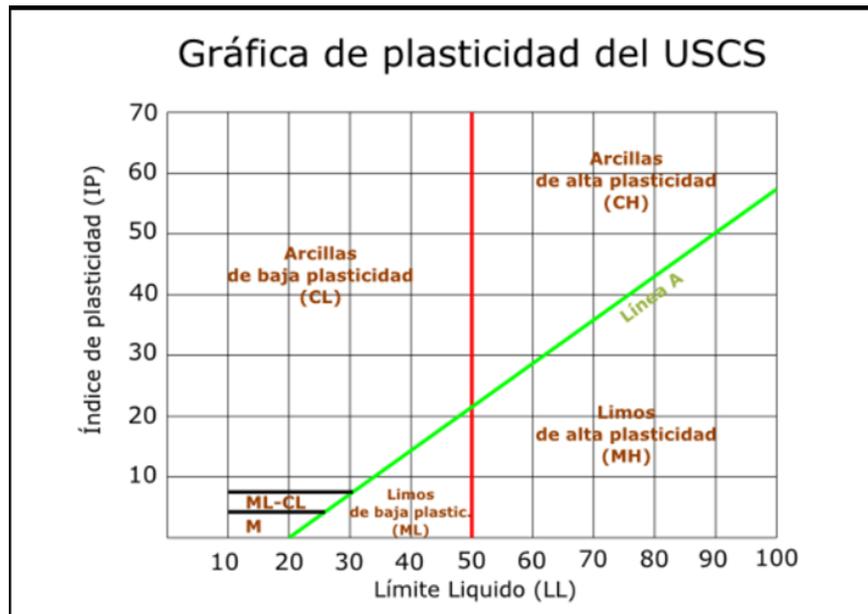
Divisiones mayores			Símbolo del Grupo	Nombre del Grupo	
Suelos granulares gruesos menos del 50% pasa el tamiz # 200 (0.075mm)	Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz # 4 (4.75 mm)	Grava limpia menos del 5% pasa el tamiz # 200	GW	Grava bien graduada, grava fina a gruesa	
		Grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz # 200	GP	Grava pobrementemente graduada	
		Arena >= 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz # 4	Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz # 200	GM	Grava limosa
			Arena con más del 12% de finos pasantes del tamiz # 200	GC	Grava arcillosa
	Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML	Limo	
			CL	Arcilla	
		orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica	
			Limos y arcillas límite líquido >= 50	inorgánico	MH
orgánico	CH	Arcilla de alta plasticidad			
Suelos de grano fino mayor o igual a 50% que pasa el tamiz # 200	inorgánico	OH	Arcilla orgánica, limo orgánico		
		OH	Arcilla orgánica, limo orgánico		

Divisiones mayores	Símbolo del Grupo	Nombre del Grupo
Suelos altamente orgánicos	Pt	Turbas

Fuente: UASLP (2019), Geotecnia I, Borselli M.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Figura 3.1.51 Carta de Plasticidad SUCS



Fuente: UASLP (2019), Geotecnia I, Borselli M.

Esta clasificación divide los suelos en:

Suelos gruesos: Se dividen en gravas y arena, que se separan con el tamiz # 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz, de lo contrario pertenecerá al grupo arena.

Suelos finos: El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: Limos inorgánicos M, arcillas inorgánicas C y limos y arcillas orgánicas O. Cada uno de estos suelos se subdivide a su vez según su límite líquido en dos grupos cuya frontera es LL 50%. Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L (Low compresibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (High compresibility). Obteniéndose de este modo los siguientes tipos de suelo:

ML: Limos inorgánicos de baja compresibilidad.

OL: Limos y arcillas orgánicas.

CL: Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad

CH: Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad

MH: Limos inorgánicos de alta compresibilidad

OH: Arcillas y limos orgánicos de alta compresibilidad.

Suelos Orgánicos: que no son considerados como terreno apto para cimentación.

Pt: Turbas.

Considerando lo anterior en el análisis del área de estudio, las plataformas MDC 60, MDC 70, MDC 80 así como las existentes MDC 03 y MDC 16, y sus respectivos DDV se ubican sobre la formación Chambira y los depósitos aluviales cuaternarios depositados por influencia del río Napo y mediante el análisis de su litología, la clasificación del suelo se presenta de la siguiente manera:

Tabla 3.1. 20 Caracterización litológica y clasificación de suelos en la zona de estudio

Formación Geológica	Descripción	SUCS
Fm. Chambira (MPIC)	Arcillolitas rojizas con intercalación de arenas, limos y arcillas, buena plasticidad y compactación	CH
Depósitos Aluviales (Qa)	Sedimentos arenosos y limosos que varían de grano medio a fino	SM

Elaborado por: COSTECAM, 2019

De acuerdo a lo anterior, la plataforma MDC 60 y sus facilidades, que se ubican en una litología de depósitos aluviales, presenta una buena calidad de suelo para su construcción, mientras que las plataformas MDC 70, MDC 80 así como las existentes MDC 03 y MDC 16, y sus respectivos DDV al encontrarse en una litología más arcillosa de alta compresibilidad requiere de sistemas de drenaje adecuados para evitar la deformación del suelo debido a la plasticidad y compactación. De manera general se debe tomar en consideración sistemas de drenaje adecuados, debido a las lluvias permanentes que presenta la zona oriental.

Desde el punto de vista geomorfológico se toma como referencia un análisis previo en el cual se realizó la diferenciación geotécnica del área, dividiéndola en zonas, cada una de las cuales se describe por separado. El resultado de este análisis se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3.1. 21 Descripción de zonas geotécnicas.

Formación	Calidad Geotécnica	Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica (Características)
Fm. Arajuno	II Buena	Colina	Abrupta	II - C.a Colinas medias a altas, de pendiente moderada (25 – 55 %). De mediana estabilidad, buen drenaje.
Fm. Arajuno Fm. Chambira Fm. Mesa	II Buena II Buena II Buena	Colina Colina Colina	Moderada Moderada Moderada	II –C.m Colinas muy bajas a bajas, de pendiente moderada (10 –25 %). Aceptable estabilidad y drenaje.

Formación	Calidad Geotécnica	Morfología	Pendiente	Zona Geotécnica (Características)
Fm. Arajuno Fm. Chambira Fm. Mesa	II Buena II Buena II Buena	Colina Colina Colina	Moderada Moderada Moderada	II – E.m Zona de llanura ligeramente ondulada de pendiente suave (0 – 15 %). Aceptable drenaje. Buena estabilidad Suelos residuales profundos, de colores rojizos.
Terrazas Aluviales	II Buena	Colina	Suave	II – E.s Terrazas de pendientes suave (0– 5 %). Aceptable estabilidad. Drenaje deficiente, niveles freáticos superficiales. Suelos residuales – aluviales, profundos, de colores rojizos.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

En el área del Bloque MDC, que se encuentra representada principalmente por las formaciones Chambira y terrazas aluviales hacia el sur; para las plataformas nuevas y su DDV MDC 70, MDC 80, y las plataformas existentes MDC 03 y MDC 16, predominan zonas geotécnicas de buena calidad, las plataformas se encuentran en una zona clasificada como (II – E.m), geomorfológicamente corresponde a relieves ligeramente ondulados, entre planicies y colinas bajas con pendientes que varían entre los 0 a 15%. Los suelos tienen una capacidad de drenaje media-baja con niveles piezómetros mayores a 5m de profundidad y una cobertura en algunos casos de boque natural y en otros sembríos de cultivos. Hacia el sur, la plataforma MDC 60, se ubica en la zona geotectónica (II - Es), la cual se caracteriza por pendientes muy bajas de 0 – 5 % con una buena estabilidad, pero un drenaje superficial deficiente. De manera general no se han detectado zonas geotectónicamente inestables por fenómenos de remoción en masa, como deslizamientos o derrumbes de importancia, así como por susceptibilidad de erosión debido a sus relieves de buena estabilidad y la buena calidad del tipo de suelo.

3.1.9 Suelos

3.1.9.1 Fisiografía Regional

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la región fisiográfica de llanura aluvial amazónica, se extiende en un paisaje bastante monótono, formado por una infinidad de pequeñas colinas de forma redondeada, niveles de llanura de esparcimiento y terrazas indiferenciadas.

Para el análisis del tipo de suelos en la provincia de Orellana, se identifican dos órdenes de suelos; los entisoles e inceptisoles (GADPO, 2015).

- **Entisoles**

Constituyen suelos no evolucionados que presentan un perfil tipo A/C o C, con muy poca o ninguna evidencia de desarrollo de horizontes pedogenéticos. Se encuentran en formas de origen fluvial bajo condiciones que no permiten la evolución edáfica, sea porque la acumulación de materiales es continua o porque son aportes recientes y el tiempo de desarrollo ha sido muy corto. Su escaso desarrollo puede ser debido a factores como:

- Clima (muy severo, por ejemplo, árido)

- Erosión (muy intensa)
- Aportes continuos (aluviones y coluviones recientes)
- Materiales originales muy estables (minerales muy resistentes y el material no evoluciona; ejemplo, arenas de cuarzo)
- Hidromorfía (el exceso de agua impide la evolución)
- Degradación (el laboreo exhaustivo puede conducir a la destrucción total del suelo) (GADPO, 2015)

- **Inceptisoles**

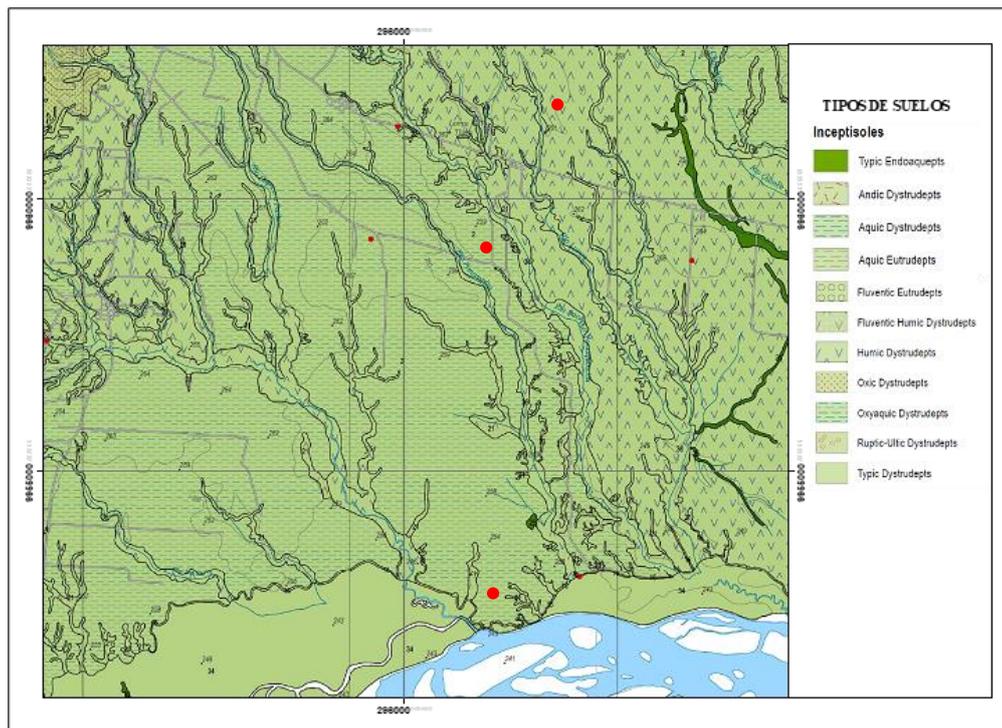
Son suelos que evidencian un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes de alteración. Presentan perfiles tipo A/C ó A/B/C, y constituyen una etapa subsiguiente de evolución en relación a los Entisoles debido a una mayor meteorización y alteración de los materiales primarios. Es importante mencionar que las características morfológicas, físicas y químicas de este tipo de suelo varían de acuerdo a su origen:

- Inceptisoles de las formas de origen fluvial
- Inceptisoles de las formas de origen tectónico erosivo
- Inceptisoles de las formas de origen estructural
- Inceptisoles de las formas de origen volcánico-tectónico (GADPO, 2015)

3.1.9.2 Fisiografía Local: Suelos

Para el análisis de suelos en el área de estudio de las plataformas MDC 60, MDC 70, MDC 80 y sus respectivos DDV y las plataformas existentes MDC 03 Y MDC 16, se ha tomado como referencia la cartografía geopedológica levantada por SIGTIERRAS dentro del proyecto Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica. Este proyecto tomó como base para la clasificación taxonómica el Sistema Norteamericano de Clasificación de Tierras propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA).

Figura 3.1.52 Sección Mapa Geopedológico Francisco de Orellana escala 1:25.000.



Fuente: MAGAP-SIGTIERRAS 2015

En base de estas fuentes de información, se han identificado en la zona de estudio la presencia predominante de inceptisoles, los mismos que se describen incluyendo los Subgrupos pertenecientes a este orden taxonómico:

Los Inceptisoles se presentan como suelos que se han desarrollado a partir de depósitos aluviales como arcillas, limos, arenas y conglomerados, dentro de la geoforma denominada valle fluvial, llanura de inundación, en pendientes planas (0-2%) y muy suaves (2-5%). Los suelos tipo Oxyaquic Dystrudepts son suelos saturados, de color generalmente rojizo, son superficiales a moderadamente profundos, de textura fina.

Los suelos tipo Humic Dystrudepts, son suelos que se han desarrollado a partir de rocas clásticas arenosas y limoarcillosas, son bien drenados, moderadamente profundos a muy superficiales, son de baja evolución pedogenética es de colores pardo amarillento y pardo pálido, de textura franco arcillosa.

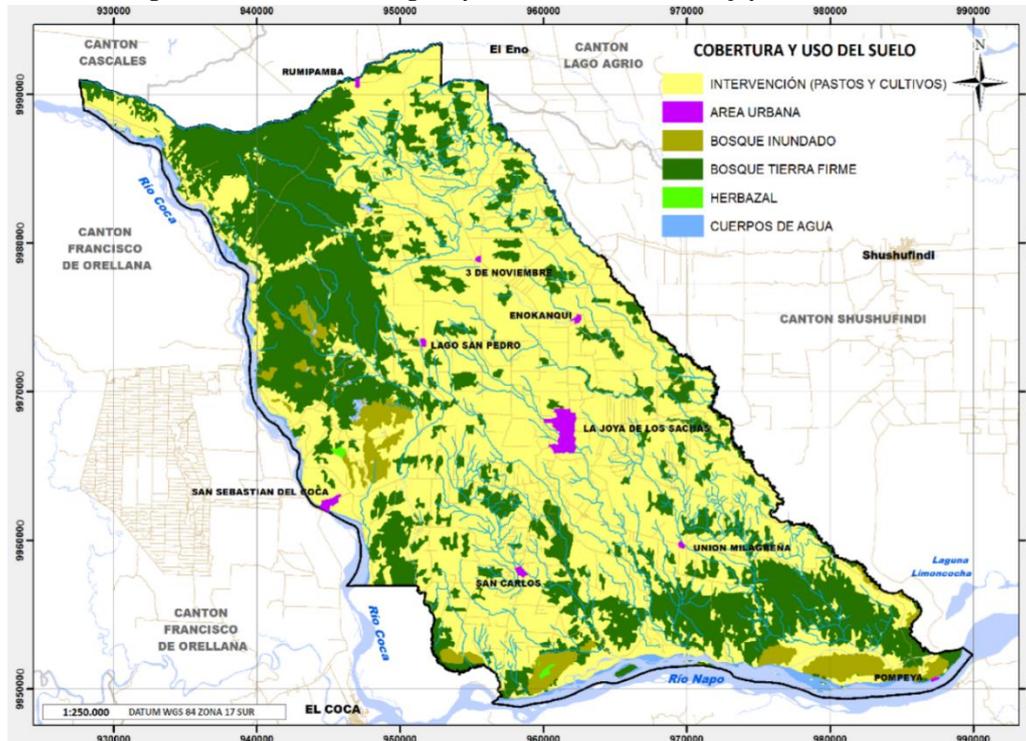
3.1.9.3 Uso del Suelo y Cobertura Vegetal

Se puede definir como cobertura vegetal a la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisionómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales. También se incluyen las coberturas vegetales inducidas que son el resultado de la acción humana, como el caso de las áreas de cultivos, entre los principales cultivos se encuentran el cacao, café, palma africana, yuca, maíz, malanga, plátano, cítricos.

De acuerdo con la información secundaria, el 62.64% del área total del cantón Joya de los Sachas está ocupada por áreas intervenidas con pastos y cultivos, un 2.91% corresponde a cuerpos de

agua, un 3.45% está ocupada por bosque inundado, un 31.40% es bosque de tierra firme, un 0.08% corresponde a herbazales y un 0.52% está destinado a áreas urbanas.

Figura 3.1.53 Cobertura vegetal y uso del suelo del cantón joya de los Sachas.



Fuente: MAGAP, SIGTIERRAS, 2013

Los centros poblados del cantón la Joya de los Sachas tienen un rápido crecimiento demográfico. Como consecuencia de este desarrollo acelerado se dan intensos cambios en el uso de suelos y cobertura vegetal. El caso más claro del cambio del uso del suelo es la deforestación a causa de la disminución de las superficies cubiertas por bosque casi siempre por actividad humana con el objetivo de darle un nuevo uso al suelo. Este proceso de deforestación está estrechamente relacionado con la expansión de la frontera agrícola, la colonización, la apertura de vías, la explotación petrolera, el uso y comercio de la madera y sus derivados. De la información secundaria se conoce que la reducción de la cobertura forestal alcanzó en el año 2013 una tasa promedio anual de deforestación de 0,44%. Dentro del mismo período, las áreas agropecuarias se incrementaron en 2.28% y las zonas pobladas en 7.26% promedio anual (MAGAP, 2015).

3.1.10 Calidad de suelo

La calidad de suelo es la capacidad innata del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua y sostener la salud humana y el hábitat. Para determinar su calidad, se deben analizar los diferentes indicadores físicos, químicos y biológicos.

El muestreo fue realizado alrededor de las plataformas existentes (MDC 3 y MDC 16) y en el área de ampliación de la plataforma MDC 16. Además, con el fin de tener una línea base de las condiciones en las que se encuentra el suelo del área de estudio antes de la implantación del

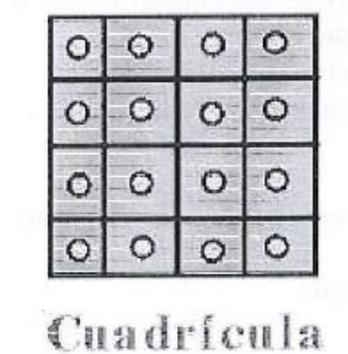
proyecto, se realizó el muestreo de suelo en las nuevas plataformas MDC 60, MDC 70 y MDC 80 con su respectivo DDV.

3.1.10.1 Metodología

El muestreo de suelo realizado en las plataformas MDC 3, MDC 16, MDC 60, MDC 70 y MDC 80 fue realizado por el laboratorio ChavezSolution el mismo que cuenta con la acreditación del SAE No. OAE LE C 14-002. Se lo realizó considerando la toma de muestras en base al AM 097-A, Anexo 2, numeral 4.5 Muestreo y Análisis de Suelos, apartado 4.5.1 De la toma de muestras para caracterización de suelos, en el numeral 4.5.1.1 en el cual se estipula, “*Se tomará una muestra compuesta por cada 100 hectáreas, formada por 15 a 20 submuestras georreferenciadas, cada una con su peso no inferior a 0.5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm*” (AM 097-A, 2015).

Por lo tanto, se realizó una muestra compuesta en cada punto elegido sistemáticamente para toda el área de cada plataforma.

Figura 3.1.54 Muestreo sistemático en cuadrícula



Fuente: ChavezSolutions, 2020

Posterior a la elección de los puntos, se describe el procedimiento realizado para la toma de muestras:

- Se limpió el área, retirando hojas, restos de plantas, residuos orgánicos, etc.
- Con la ayuda de un barreno helicoidal y un palín se tomó la muestra de suelo a una profundidad de hasta 0.40cm, superior a la indicada por la norma.
- Se recolectaron 15 submuestras para cada muestra compuesta, tomando en cuenta que toda el área sea uniforme y el volumen y profundidad sea constante.
- Las submuestras (de cada área de muestreo) se homogenizan y se debe haber recolectado un aproximado de 16 Kg.
- Se realiza el proceso de cuarteo, tal como se muestra en la figura a continuación, hasta tener una muestra representativa de 1 Kg.

Figura 3.1.55 Homogenización y selección de muestra compuesta final


Fuente: ChavezSolutions, 2020

Finalmente, la muestra es almacenada y etiquetada en una bolsa ziploc, para posteriormente ser trasladada bajo refrigeración al laboratorio en el cual se analizan los siguientes parámetros: Cadmio, Níquel, Plomo, Benzo(a) pireno, Benzo(b) fluorateno, Benzo (g,h,i) perileno, Benzo (k) fluorateno, Fluoranteno, Indeno (1,2,3 c,d) pireno y TPH – Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8 – C40), conforme lo indica el RAOHE 1215, Anexo 2, Tabla 6. Y el Acuerdo Ministerial 097-A. Tabla 1. Criterio de Calidad del Suelo, del Anexo 2 al Libro VI del TULSMA.

3.1.10.2 Calidad del suelo Plataformas existentes MDC 3 y MDC 16

- **Calidad del suelo Plataforma existente MDC 3**

Tomando en cuenta la localización de las facilidades petroleras actualmente en operación, la muestra para determinar la calidad del suelo fue tomada en el área alrededor de la plataforma MDC 3. Tal como se indicó en la metodología, se realizó una muestra compuesta, abarcando un total de 15 submuestras, el Informe de muestreo y cadena de custodia se presenta en el Anexo 2.1.2 y Anexo 2.1.5 respectivamente. A continuación, se detallan las coordenadas de los puntos de muestreo además estos se encuentran en el Anexo cartográfico y en la tabla a continuación.

Tabla 3.1. 22 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 3.

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	y		
1	MDC3-1	298631	9959957	1/12/2019	Muestra compuesta tomada en la plataforma existente MDC 3, zona intervenida. Presencia de vegetación
2	MDC3-2	298647	9959904	1/12/2019	
3	MDC3-3	298664	9959847	1/12/2019	

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	y		
4	MDC3-4	298518	9959816	1/12/2019	alrededor del sitio de muestreo
5	MDC3-5	298587	9959831	1/12/2019	
6	MDC3-6	298505	9959862	1/12/2019	
7	MDC3-7	298493	9959903	1/12/2019	
8	MDC3-8	298446	9959921	1/12/2019	
9	MDC3-9	298444	9959874	1/12/2019	
10	MDC3-10	298443	9959828	1/12/2019	
11	MDC3-11	298422	9959834	1/12/2019	
12	MDC3-12	298424	9959896	1/12/2019	
13	MDC3-13	298426	9959964	1/12/2019	
14	MDC3-14	298499	9959931	1/12/2019	
15	MDC3-15	298548	9959919	1/12/2019	

Fuente: ChavezSolutions, 2019
 Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.56 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 3



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.57 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 3



Tomado por: COSTECAM, 2019

Resultados muestreo de suelo plataforma MDC 3

En la siguiente tabla, se observan los resultados de los parámetros analizados en cada muestra compuesta, con sus límites máximos establecidos por el Acuerdo Ministerial 097 A Tabla 1 Criterios de calidad del suelo. Anexo II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, y con la Tabla 6 del REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS, D.E. 1215.

Tabla 3.1. 23 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 3.

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							RAOHE 1215	AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS,	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	<132	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	<0.06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,98	<2	0.5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	18,6	<50	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	PLOMO	12,4	<100	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	BARIO	617	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	19,6	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	15,2	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	81,2	-	60	mg/kg		-	NO CUMPLE
	VANADIO	102	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	42,4	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	29,5	-	200	us/cm		-	CUMPLE
	POTENCIAL HIDRÓGENO	6,64	-	6.0-8.0	Unidades de pH		-	CUMPLE

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

En el análisis de los resultados obtenidos, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, se evidencia que uno de los parámetros que se encuentra fuera de la norma es el Cadmio, según estudios, este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de Cadmio es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, por lo que parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en los cultivos. Por lo que puede ser una de las causas de estos elevados niveles de Cadmio en la zona de estudio (Lenntech, 2019).

Otro parámetro que excede los límites permisibles de la normativa ambiental vigente A.M. 097A es el bario su aumento puede estar asociado a minerales de roca comunes presentes en el suelo de manera natural (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010). Por otro lado, el Cobalto se encuentra distribuido con amplitud en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre.

Adicionalmente, para explicar el nivel de zinc en el suelo se puede identificar a este elemento como uno de los más abundantes del planeta tierra y un componente mayoritario de las rocas sedimentarias, tipo de roca presente en el área del proyecto. La parte superficial de los suelos, es decir, los horizontes superiores, contienen siempre más zinc que los horizontes inferiores. Se cree que este hecho se debe por una parte a que los residuos de las plantas, al quedar depositados en la superficie del suelo, proporcionan tras su descomposición, aunque en pequeña proporción, cierta cantidad del elemento; por otra, el zinc no presenta una emigración descendente en el perfil, como ocurre normalmente con otros elementos, ya que tiende a quedar adsorbido por las arcillas y la materia orgánica (Navarro García y Navarro Blaya, 2000).

Por otro lado, el incremento de vanadio (V) cuyo límite es 76 mg/kg y actualmente se encuentra en 102 mg/kg; se puede deber a que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio existe bastante vegetación (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

Por último, el incremento de los niveles de Cobre en el suelo puede ser debido a la cantidad de materia orgánica presente en el mismo, numerosos componentes están involucrados en el proceso de descomposición de materia orgánica vegetal, incluyendo los ácidos húmicos (Cordero A. y Ramírez. G, 1979).

Sin embargo, los parámetros de Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) e Hidrocarburos totales del petróleo (TPHs), se encuentran por debajo de los límites permisibles por la norma, lo que indica que no existe ningún tipo de afectación del suelo por procesos de la industria Petrolera que se están desarrollando en esta plataforma.

- **Calidad del suelo Plataforma existente y área de ampliación MDC 16**

Se tomó en cuenta la localización de las facilidades en operación que se encuentran en la plataforma, por ello la muestra para determinar la calidad del suelo fue tomada en el área alrededor de la plataforma MDC 16 y en el área de ampliación de la misma. Se realizó una muestra compuesta, abarcando un total de 15 submuestras, el Informe de muestreo y cadena de custodia se presenta en el Anexo 2.1.2 y Anexo 2.1.5 respectivamente. En la siguiente tabla se detallan las

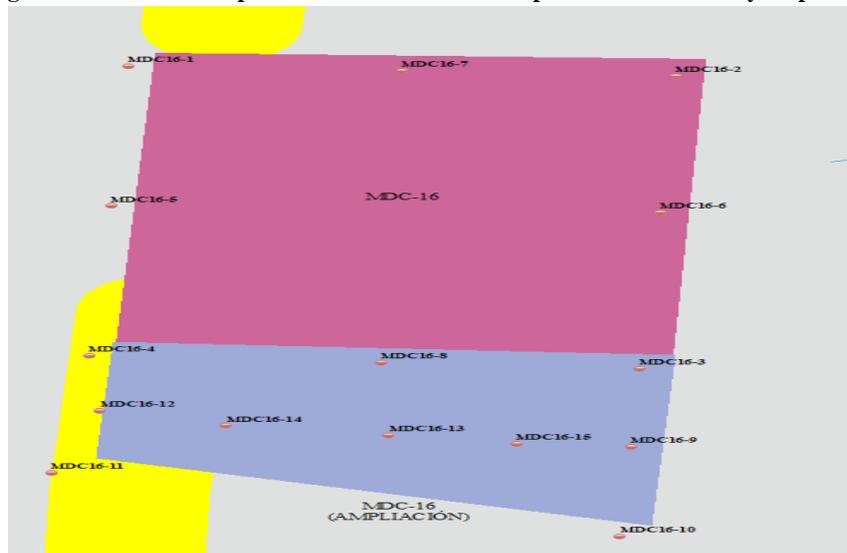
coordenadas de los puntos de muestreo de la plataforma en mención, estos también se encuentran en el Anexo cartográfico y en la figura a continuación.

Tabla 3.1. 24 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma y área de ampliación MDC 16

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	Y		
1	MDC 16-1	297189	9956274	30/11/2019	Muestra compuesta tomada en la plataforma existente MDC 16, zona intervenida. Y en el área prevista para la ampliación de la plataforma en la que hay presencia de vegetación.
2	MDC 16-2	297294	9956269	30/11/2019	
3	MDC 16-3	297287	9956143	30/11/2019	
4	MDC 16-4	297181	9956149	30/11/2019	
5	MDC 16-5	297185	9956213	30/11/2019	
6	MDC 16-6	297291	9956210	30/11/2019	
7	MDC 16-7	297241	9956272	30/11/2019	
8	MDC 16-8	297237	9956146	30/11/2019	
9	MDC 16-9	297286	9956109	30/11/2019	
10	MDC 16-10	297284	9956070	30/11/2019	
11	MDC 16-11	297174	9956098	30/11/2019	
12	MDC 16-12	297183	9956125	30/11/2019	
13	MDC 16-13	297239	9956114	30/11/2019	
14	MDC 16-14	297207	9956118	30/11/2019	
15	MDC 16-15	297264	9956111	30/11/2019	

Fuente: ChavezSolutions, 2019
Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.58 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 16 y ampliación



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.59 Toma de muestras de suelo plataforma y área de ampliación MDC 16



Tomado por: COSTECAM, 2019

Resultados muestreo de suelo plataforma y área de ampliación MDC 16

En la tabla a continuación, se señalan los resultados de los parámetros analizados en cada muestra compuesta, con sus límites máximos establecidos por el Acuerdo Ministerial 097 A Tabla 1 Criterios de calidad del suelo. Anexo II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, y con la Tabla 6 del REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS, D.E. 1215.

Tabla 3.1. 25 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 16 y área de ampliación

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							LMP RAOHE 1215	LMP AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	253	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	NO CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	<0,06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,98	<2	0.5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	20,2	<50	19	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	PLOMO	15,7	<100	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	BARIO	600	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	20,6	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	16,5	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	77	-	60	mg/kg		-	NO CUMPLE
	VANADIO	110	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	44,3	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	28,4	-	200	us/cm		-	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	6,78	-	6.0-8.0	Unidades de pH	-	CUMPLE		

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Al analizar los resultados obtenidos en el muestreo de suelo alrededor de la plataforma MDC 16 y el área de ampliación, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, se evidencia que uno de los parámetros que se encuentra fuera de la norma es el Cadmio, según estudios, este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de este elemento es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, altamente utilizados en la agricultura. (Lenntech, 2019).

Otro de los componentes que presenta un ligero incremento sobre los límites de la normativa, es el Niquel, Cabe destacar que este elemento está presente en todas las rocas, su concentración es mayor en las rocas ultrabásicas, disminuyendo cuanto más ácida sea la roca. En suelos desarrollados a partir de rocas básicas o volcánicas y con alto contenido en arcilla y materia orgánica, se presenta en grandes concentraciones. Puede formar quelatos con la materia orgánica muy solubles, estar presente en óxidos amorfos y quedar adsorbido por las arcillas este mineral está asociado a suelos desarrollados a partir de rocas básicas con alto contenido en arcilla y materia orgánica (Davies, 1980).

Por otra parte, se puede decir que el incremento de bario en el suelo está asociado a minerales de roca comunes presentes en el suelo de manera natural, mientras que una alta concentración de Cobalto se puede deber a que este elemento se encuentra distribuido con amplitud en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010).

El nivel de zinc que se obtuvo en el resultado es de 77 mg/kg, excediendo el límite máximo permisible (60 mg/kg), esto se puede deber a que este es un componente mayoritario de las rocas sedimentarias y a que la parte superficial de los suelos, es decir, los horizontes superiores, contienen siempre más zinc que los horizontes inferiores. Este hecho se puede dar debido a que parte a que los residuos de las plantas, al quedar depositados en la superficie del suelo, proporcionan tras su descomposición, aunque en pequeña proporción, cierta cantidad del elemento. Además, el zinc no presenta una emigración descendente en el perfil, como ocurre normalmente con otros elementos, ya que tiende a quedar adsorbido por las arcillas y la materia orgánica (Navarro García y Navarro Blaya, 2000).

Por otro lado, el incremento de vanadio (V) cuyo límite es 76 mg/kg y actualmente se encuentra en 110 mg/kg; se puede deber a que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio existe bastante vegetación (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

Adicionalmente, el aumento de cobre en el suelo se puede dar debido a la cantidad de materia orgánica presente en el mismo (Cordero A. y Ramírez. G, 1979), como se pudo observar el área del proyecto tiene gran cantidad de vegetación que al descomponerse genera aumentos en la cantidad de materia orgánica en el suelo.

Se evidencia que, en el muestreo realizado, el parámetro referente a los hidrocarburos totales de petróleo se encuentra en 253 mg/kg, sobrepasando así el límite máximo permisible (<150 mg/kg), por lo cual se deberá realizar un nuevo muestreo de suelo en la plataforma y zonas de ampliación.

Estos resultados serán entregados a la autoridad ambiental competente, se incluirá un plan de acción y se adicionará una medida de remediación y monitoreo en el plan de manejo ambiental.

3.1.10.3 Calidad del suelo Plataformas nuevas MDC 60, MDC 70 y MDC 80

- **Calidad del suelo Plataforma nueva MDC 60 y DDV**

Con el fin de identificar la calidad del suelo antes de la implantación de nuevas infraestructuras, se realizaron dos muestras compuestas, una que cubre toda el área de la plataforma MDC 60 (15 submuestras) y otra que recorre el tramo del DDV de dicha plataforma (15 submuestras) mismo que se encuentra ubicado al costado de la vía de acceso, por lo que estas son consideradas en el alcance del muestreo., el Informe de muestreo y cadena de custodia se presenta en el Anexo 2.1.2 y Anexo 2.1.5 respectivamente. En tabla a continuación se detallan las coordenadas de los puntos de muestreo de la plataforma MDC 60 y su DDV, estos también se encuentran en el Anexo cartográfico y en la figura a continuación.

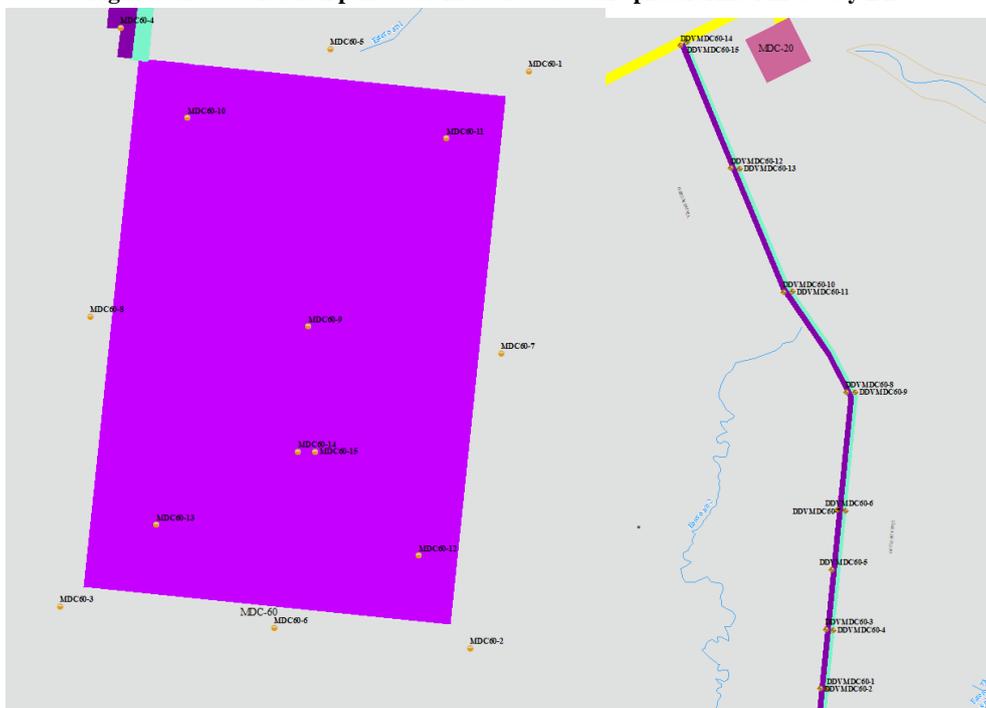
Tabla 3.1. 26 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 60 y DDV

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	Y		
1	MDC 60-1	297749	9952718	27/11/2019	Muestra compuesta tomada en la plataforma nueva MDC 60 en la que existe presencia de cultivos y pastizales.
2	MDC 60-2	297726	9952495	27/11/2019	
3	MDC 60-3	297569	9952511	27/11/2019	
4	MDC 60-4	297592	9952734	27/11/2019	
5	MDC 60-5	297672	9952726	27/11/2019	
6	MDC 60-6	297651	9952502	27/11/2019	
7	MDC 60-7	297738	9952608	27/11/2019	
8	MDC 60-8	297580	9952623	27/11/2019	
9	MDC 60-9	297664	9952619	27/11/2019	
10	MDC 60-10	297618	9952700	27/11/2019	
11	MDC 60-11	297717	9952692	27/11/2019	
12	MDC 60-12	297706	9952530	27/11/2019	
13	MDC 60-13	297606	9952542	27/11/2019	
14	MDC 60-14	297660	9952571	27/11/2019	
15	MDC 60-15	297667	9952571	27/11/2019	
16	DDV MDC 60-1	297622	9952889	28/11/2019	Muestra compuesta tomada en el DDV de la
17	DDV MDC 60-2	297602	9952891	28/11/2019	

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	Y		
18	DDV MDC 60-3	297618	9953046	28/11/2019	plataforma MDC 60, presencia de cultivos y bosques nativos.
19	DDV MDC 60-4	297638	9953044	28/11/2019	
20	DDV MDC 60-5	297633	9953202	28/11/2019	
21	DDV MDC 60-6	297648	9953357	28/11/2019	
22	DDV MDC 60-7	297669	9953356	28/11/2019	
23	DDV MDC 60-8	297671	9953667	28/11/2019	
24	DDV MDC 60-9	297693	9953667	28/11/2019	
25	DDV MDC 60-10	297507	9953930	28/11/2019	
26	DDV MDC 60-11	297536	9953932	28/11/2019	
27	DDV MDC 60-12	297371	9954255	28/11/2019	
28	DDV MDC 60-13	297393	9954254	28/11/2019	
29	DDV MDC 60-14	297239	9954577	28/11/2019	
30	DDV MDC 60-15	297257	9954586	28/11/2019	

Fuente: ChavezSolutions, 2019
 Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.60 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 60 y DDV



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.61 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 60 y DDV



Tomado por: COSTECAM, 2019

Resultados muestreo de suelo plataforma MDC 60 y DDV

En la tabla a continuación, se indican los resultados de los parámetros analizados en cada muestra compuesta, con sus límites máximos establecidos por el Acuerdo Ministerial 097 A Tabla 1 Criterios de calidad del suelo. Anexo II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, y con la Tabla 6 del REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS, D.E. 1215.

Tabla 3.1. 27 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 60

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							LMP RAOHE 1215	LMP AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	<132	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	<0,06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,97	<2	0.5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	19,5	<50	19	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	PLOMO	23,3	<100	19	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	BARIO	451	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	22,2	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	17,3	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	59,2	-	60	mg/kg		-	CUMPLE
	VANADIO	118	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	44,6	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	19,9	-	200	us/cm		-	CUMPLE
	POTENCIAL HIDRÓGENO	6,74	-	6.0-8.0	Unidades de pH		-	CUMPLE

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Al analizar los resultados obtenidos en el muestreo de suelo de la plataforma MDC 60, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, uno de los parámetros que se encuentra fuera de la norma es el Cadmio, según estudios, este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de Cadmio es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, por lo que parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en los cultivos. Por lo que puede ser una de las causas de estos elevados niveles de Cadmio en la zona de estudio (Lenntech, 2019).

El níquel es un elemento que se encuentra de forma natural en el suelo y su presencia se encuentra asociada a suelos desarrollados a partir de rocas básicas con alto contenido en arcilla y materia orgánica (Davies, 1980).

La presencia de plomo en el suelo posiblemente se puede dar por las malas prácticas agrícolas que se ejecutan en el área donde se va a implantar la plataforma y en áreas aledañas al proyecto. Altos niveles de este compuesto podrían ser considerados como indicador de existencia de contaminación antropogénica, por eso es importante realizar este seguimiento multitemporal (Pelaez, et al., 2016).

Otro de los parámetros que sobrepasa los límites permisibles de la normativa ambiental vigente es el bario su aumento puede estar asociado a minerales de roca comunes presentes en el suelo de manera natural. En cuanto al Cobalto, este se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010).

Por otro lado, el incremento de vanadio (V) se puede deber a que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio existe vegetación abundante (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

Finalmente, los niveles de Cobre en el suelo se encuentran en 44.6 mg/kg, cuando el límite máximo permisible es 25 mg/kg, esto se puede dar debido a la cantidad de materia orgánica presente en el suelo (Cordero A. y Ramírez. G, 1979).

Tabla 3.1. 28 Resultados Calidad del Suelo muestra DDV plataforma MDC 60

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							LMP RAOHE 1215	LMP AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	<132	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	<0,06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,87	<2	0.5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	16,1	<50	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	PLOMO	17,2	<100	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	BARIO	449	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	21,7	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	15,5	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	60,2	-	60	mg/kg		-	NO CUMPLE
	VANADIO	96,6	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	36,5	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	30,6	-	200	us/cm		-	CUMPLE
	POTENCIAL HIDRÓGENO	6,76	-	6.0-8.0	Unidades de pH		-	CUMPLE

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Al analizar los resultados obtenidos en el muestreo de suelo del DDV de la plataforma MDC 60, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, uno de los parámetros que se encuentra fuera de la norma es el Cadmio, según estudios, este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de Cadmio es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, por lo que parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en los cultivos. Por lo que puede ser una de las causas de estos elevados niveles de Cadmio en la zona de estudio (Lenntech, 2019).

Otro parámetro que excede los límites permisibles de la normativa ambiental vigentes es el bario su aumento puede estar asociado al tipo de suelo del área del proyecto y a los minerales de roca comunes presentes en el suelo de manera natural. Por otra parte, el Cobalto tiene un límite máximo permisible de 10 mg/kg y en la muestra se arrojó un resultado de 21.7 mg/kg, por lo que sobrepasa los límites máximos permisibles, eso se puede dar debido a que este elemento se encuentra distribuido con amplitud en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010).

En cambio, el alto nivel de zinc en el suelo se puede dar debido a que este elemento es uno de los más abundantes del planeta tierra y un componente mayoritario de las rocas sedimentarias, tipo de roca presente en el área del proyecto. La parte superficial de los suelos, es decir, los horizontes superiores, contienen siempre más zinc que los horizontes inferiores (Navarro García y Navarro Blaya, 2000). Se cree que este hecho se debe por una parte a que los residuos de las plantas, al quedar depositados en la superficie del suelo, proporcionan tras su descomposición, aunque en pequeña proporción, cierta cantidad del elemento; por otra, el zinc no presenta una emigración descendente en el perfil, como ocurre normalmente con otros elementos, ya que tiende a quedar adsorbido por las arcillas y la materia orgánica (Navarro García y Navarro Blaya, 2000).

Por otro lado, el incremento de vanadio en el suelo se puede debido a que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio existe bastante vegetación (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

Por último, el incremento de los niveles de Cobre en el suelo puede ser debido a la cantidad de materia orgánica presente en el mismo (Cordero A. y Ramírez. G, 1979). Además, la mayoría de los fungicidas que se usan en la agricultura tienen altos niveles de este elemento entre sus componentes (Botello et al., 2005) y a lo largo de todo el DDV de la plataforma MDC 60, se observó que se realizan actividades agrícolas.

- **Calidad del suelo Plataforma nueva MDC 70 y DDV**

Para identificar la calidad del suelo, previo a la implantación de las nuevas infraestructuras, se realizaron dos muestras compuestas, una que cubre toda el área de la plataforma MDC 70 (15 submuestras) y otra que recorre el tramo del DDV de dicha plataforma (15 submuestras) mismo que se encuentra ubicado al costado de la vía de acceso, por lo que estas son consideradas en el alcance del muestreo, el Informe de muestreo y cadena de custodia se presenta en el Anexo 2.1.2 y Anexo 2.1.5 respectivamente. En tabla a continuación se detallan las coordenadas de los puntos

de muestreo de la plataforma MDC 70 y su DDV, estos también se encuentran en el Anexo cartográfico y en la figura a continuación.

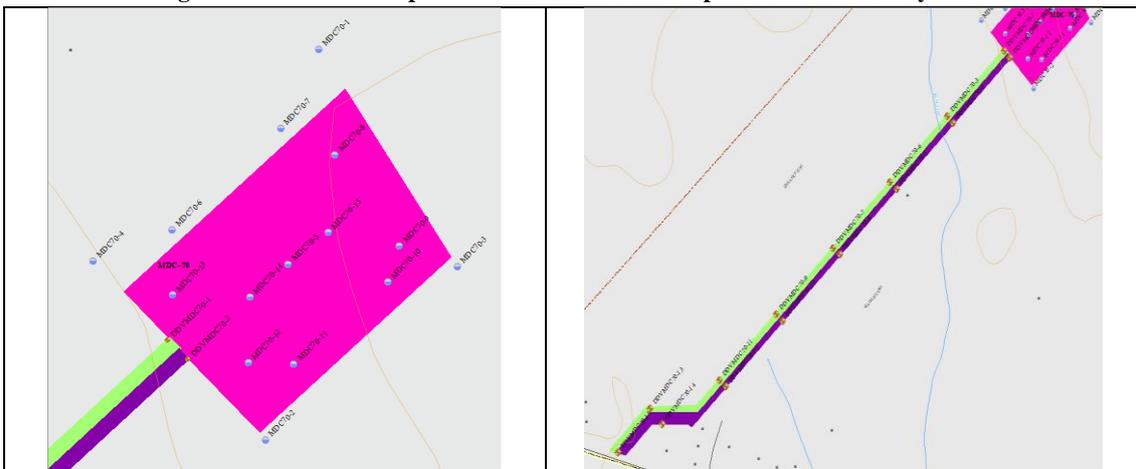
Tabla 3.1. 29 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 70 y DDV

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	y		
1	MDC 70-1	298818	9961763	28/11/2019	Muestra compuesta tomada en la plataforma nueva MDC 70 en la que existe presencia de cultivos y pastizales.
2	MDC 70-2	298779	9961478	28/11/2019	
3	MDC 70-3	298918	9961604	28/11/2019	
4	MDC 70-4	298655	9961608	28/11/2019	
5	MDC 70-5	298796	9961606	28/11/2019	
6	MDC 70-6	298712	9961631	28/11/2019	
7	MDC 70-7	298790	9961705	28/11/2019	
8	MDC 70-8	298829	9961685	28/11/2019	
9	MDC 70-9	298876	9961619	28/11/2019	
10	MDC 70-10	298868	9961593	28/11/2019	
11	MDC 70-11	298800	9961533	28/11/2019	
12	MDC 70-12	298767	9961535	28/11/2019	
13	MDC 70-13	298713	9961584	28/11/2019	
14	MDC 70-14	298768	9961582	28/11/2019	
15	MDC 70-15	298825	9961630	28/11/2019	
16	DDV MDC 70-1	298709	9961551	29/11/2019	Muestra compuesta tomada en el DDV de la plataforma MDC 70, presencia de cultivos y bosques nativos.
17	DDV MDC 70-2	298723	9961537	29/11/2019	
18	DDV MDC 70-3	298574	9961425	29/11/2019	
19	DDV MDC 70-4	298587	9961111	29/11/2019	
20	DDV MDC 70-5	298452	9961285	29/11/2019	
21	DDV MDC 70-6	298437	9961289	29/11/2019	
22	DDV MDC 70-7	298301	9961171	29/11/2019	
23	DDV MDC 70-8	298317	9961159	29/11/2019	
24	DDV MDC 70-9	298165	9961045	29/11/2019	
25	DDV MDC 70-10	298180	9961032	29/11/2019	
26	DDV MDC 70-11	298029	9960918	29/11/2019	
27	DDV MDC 70-12	298044	9960905	29/11/2019	
28	DDV MDC 70-13	297864	9960864	29/11/2019	

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	y		
29	DDV MDC 70-14	297891	9960834	29/11/2019	
30	DDV MDC 70-15	297786	9960780	29/11/2019	

Fuente: ChavezSolutions, 2019
 Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.62 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 70 y DDV



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.63 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 70 y DDV



Tomado por: COSTECAM, 2019

Resultados muestreo de suelo plataforma MDC 70 y DDV

A continuación, se muestran los resultados de los parámetros analizados en cada muestra compuesta, con sus límites máximos establecidos por el Acuerdo Ministerial 097 A Tabla 1 Criterios de calidad del suelo. Anexo II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, y con la Tabla 6 del REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS, D.E. 1215.

Tabla 3.1. 30 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 70

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							LMP RAOHE 1215	LMP AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	<132	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	<0,06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,99	<2	0.5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	18,7	<50	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	PLOMO	16,5	<100	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	BARIO	405	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	13,5	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	13,4	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	57,3	-	60	mg/kg		-	CUMPLE
	VANADIO	95,9	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	30,5	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	36,6	-	200	us/cm		-	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	6,91	-	6.0-8.0	Unidades de pH	-	CUMPLE		

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

En el análisis de resultados obtenidos en el muestreo de suelo de la plataforma MDC 70, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, uno de los parámetros que se encuentra fuera de la norma es el Cadmio, el límite de este es 0.5 mg/kg y el resultado arroja un valor de 1.99 mg/kg, eso puede darse debido a que este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de Cadmio es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, por lo que parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en los cultivos. Por lo que puede ser una de las causas de estos elevados niveles de Cadmio en la zona de estudio (Lenntech, 2019).

Otro parámetro que excede los límites permisibles de la normativa ambiental vigentes es el bario su aumento puede estar asociado a minerales de roca comunes presentes en el suelo de manera natural y por el tipo de suelo del área del proyecto. Por otro lado, el Cobalto se encuentra distribuido con amplitud en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010).

Por otro lado, el incremento de vanadio (V) cuyo límite es 76 mg/kg y actualmente se encuentra en 95.9 mg/kg; puede darse ya que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio existe bastante vegetación (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

Por último, el incremento de los niveles de Cobre en el suelo puede ser debido a la cantidad de materia orgánica presente en el mismo, numerosos componentes están involucrados en el proceso de descomposición de materia orgánica vegetal, incluyendo los ácidos húmicos (Cordero A. y Ramírez. G, 1979).

Tabla 3.1. 31 Resultados Calidad del Suelo muestra DDV plataforma MDC 70

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							LMP RAOHE 1215	LMP AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	<132	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	<0,06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,93	<2	0.5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	20,8	<50	19	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	PLOMO	12,7	<100	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	BARIO	405	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	17,4	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	13,3	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	61,5	-	60	mg/kg		-	NO CUMPLE
	VANADIO	95,1	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	35,2	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	35,5	-	200	us/cm		-	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	6,88	-	6.0-8.0	Unidades de pH	-	CUMPLE		

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 202

En el análisis de resultados obtenidos en el muestreo de suelo de la plataforma MDC 70, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, uno de los parámetros que se encuentra fuera de la norma es el Cadmio, según estudios, este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de Cadmio es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, por lo que parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en los cultivos. Por lo que puede ser una de las causas de estos elevados niveles de Cadmio en la zona de estudio (Lenntech, 2019).

El níquel tiene un LMP de 19 mg/kg y los resultados arrojan un valor de 20.8 mg/kg, eso puede darse debido a que este es un elemento que se encuentra de forma natural en el suelo y su presencia se encuentra asociada a suelos desarrollados a partir de rocas básicas con alto contenido en arcilla y materia orgánica (Davies, 1980).

Tal como en anteriores muestras, debido al tipo de suelo de la zona, el bario excede los límites máximos permisibles esto podría estar asociado al tipo de rocas presentes en el suelo de manera natural. De igual manera, el Cobalto que presenta un valor de 17.4 mg/kg, sobrepasando los límites máximos permisibles por la norma, se explicaría debido a que este es un elemento que se encuentra distribuido con amplitud en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010).

Adicionalmente, para explicar el nivel de zinc en el suelo se puede identificar a este elemento como uno de los más abundantes del planeta tierra y un componente mayoritario de las rocas sedimentarias, tipo de roca presente en el área del proyecto. La parte superficial de los suelos, es decir, los horizontes superiores, contienen siempre más zinc que los horizontes inferiores (Navarro García y Navarro Blaya, 2000). Se cree que este hecho se debe por una parte a que los residuos de las plantas, al quedar depositados en la superficie del suelo, proporcionan tras su descomposición, aunque en pequeña proporción, cierta cantidad del elemento; por otra, el zinc no presenta una emigración descendente en el perfil, como ocurre normalmente con otros elementos, ya que tiende a quedar adsorbido por las arcillas y la materia orgánica (Navarro García y Navarro Blaya, 2000).

De igual manera, el incremento de vanadio (V) se puede deber a que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio existe bastante vegetación (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

Finalmente, se podría decir que los niveles de Cobre que se presentaron en los resultados, se pueden dar por la cantidad de materia orgánica presente en el suelo (Cordero A. y Ramírez. G, 1979).

- **Calidad del suelo Plataforma nueva MDC 80**

La muestra para determinar la calidad del suelo previo a la implantación de facilidades, se tomó en el área de la plataforma MDC 80. Como se explicó en la metodología, se realizó una muestra compuesta, abarcando un total de 15 submuestras, el Informe de muestreo y cadena de custodia se presenta en el Anexo 2.1.2 y Anexo 2.1.5 respectivamente. A continuación, se detallan las coordenadas de los puntos de muestreo además estos se encuentran en el Anexo cartográfico y en la figura a continuación.

Tabla 3.1. 32 Ubicación de los puntos de muestreo plataforma MDC 80

Número de muestra	Código de muestra	Coordenadas WGS 84 (zona 18S)		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	y		
1	MDC 80-1	297455	9959145	29/11/2019	Muestra compuesta tomada en la nueva plataforma MDC 80, zona con presencia de cultivo de palma.
2	MDC 80-2	297648	9958938	29/11/2019	
3	MDC 80-3	297655	9959137	29/11/2019	
4	MDC 80-4	297448	9958945	29/11/2019	
5	MDC 80-5	297555	9959035	29/11/2019	
6	MDC 80-6	297496	9959105	29/11/2019	
7	MDC 80-7	297623	9959103	29/11/2019	
8	MDC 80-8	297623	9958978	29/11/2019	
9	MDC 80-9	297492	9958988	29/11/2019	
10	MDC 80-10	297559	9959103	29/11/2019	
11	MDC 80-11	297553	9958986	29/11/2019	
12	MDC 80-12	297627	9959039	29/11/2019	
13	MDC 80-13	297492	9959045	29/11/2019	
14	MDC 80-14	297528	9959071	29/11/2019	
15	MDC 80-15	297593	9959005	29/11/2019	

Fuente: ChavezSolutions, 2019
 Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.64 Ubicación puntos de muestreo de suelo plataforma MDC 80



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.65 Toma de muestras de suelo plataforma MDC 80



Tomado por: COSTECAM, 2019

Resultados muestreo de suelo plataforma MDC 80

A continuación, se observan los resultados de los parámetros analizados en cada muestra compuesta, con sus límites máximos establecidos por el Acuerdo Ministerial 097 A Tabla 1 Criterios de calidad del suelo. Anexo II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS, y con la Tabla 6 del REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS, D.E. 1215.

Tabla 3.1. 33 Resultados Calidad del Suelo muestra plataforma MDC 80

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP RAOHE 1215	LMP AM097A	UNIDAD	LABORATORIO	CUMPLIMIENTO	
							LMP RAOHE 1215	LMP AM097A
ANEXO II DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO, TABLA 1 CRITERIOS DE CALIDAD DEL SUELO (AM 097-A) TABLA 6 DEL D.E. 1215 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	<132	<2500	<150	mg/kg	Chávez Solutions	CUMPLE	CUMPLE
	HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS	0,06	<2	0,1	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	CADMIO	1,66	<2	0,5	mg/kg		CUMPLE	NO CUMPLE
	NÍQUEL	15,2	<50	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	PLOMO	10,1	<100	19	mg/kg		CUMPLE	CUMPLE
	BARIO	320	-	200	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBALTO	13,7	-	10	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CROMO TOTAL	13,1	-	54	mg/kg		-	CUMPLE
	ZINC	45,3	-	60	mg/kg		-	CUMPLE
	VANADIO	81,6	-	76	mg/kg		-	NO CUMPLE
	COBRE	27	-	25	mg/kg		-	NO CUMPLE
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	99,7	-	200	us/cm		-	CUMPLE
	POTENCIAL HIDRÓGENO	6,51	-	6.0-8.0	Unidades de pH		-	CUMPLE

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/RAOHE 1215/ ChavesSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

En el análisis de resultados obtenidos en el muestreo de suelo de la plataforma MDC 70, se puede evidenciar que según los LMP establecidos en la tabla 6 del D.E. 1215 Reglamento Ambiental para Operaciones hidrocarburíferas, todos los parámetros se encuentran cumpliendo la normativa.

En cuanto al análisis con los LMP establecidos por el A.M. 097A, de los parámetros analizados se observa que el Cadmio no cumple con la normativa, según estudios, este elemento químico, se encuentra en forma natural en el ambiente, debido a que la descomposición de las rocas. Otra fuente de Cadmio es el producido por fertilizantes fosfatados artificiales, por lo que parte del Cadmio terminará en el suelo después de que el fertilizante es aplicado en los cultivos. Por lo que puede ser una de las causas de estos elevados niveles de Cadmio en la zona de estudio (Lenntech, 2019).

Debido al tipo de suelo de la zona, otro de los parámetros que excede los límites permisibles de la normativa ambiental vigente, es el bario su aumento puede estar asociado a minerales de roca comunes presentes en el suelo de manera natural. En cuanto al Cobalto, este se encuentra distribuido con amplitud en la naturaleza y forma parte de la composición de las rocas ígneas de la corteza terrestre (Veguería et al., 2002; Phillips et al., 2010).

Por otro lado, el incremento de vanadio (V) cuyo límite es 76 mg/kg y actualmente se encuentra en 81.6 mg/kg; se puede deber a que este es un metal ampliamente distribuido tanto en la naturaleza como en los sistemas biológicos y es uno de los elementos traza presente en los combustibles de tipo fósil, como se pudo observar en el área de estudio hay abundancia de vegetación (Rodríguez. J, Altamirano. M, 2006).

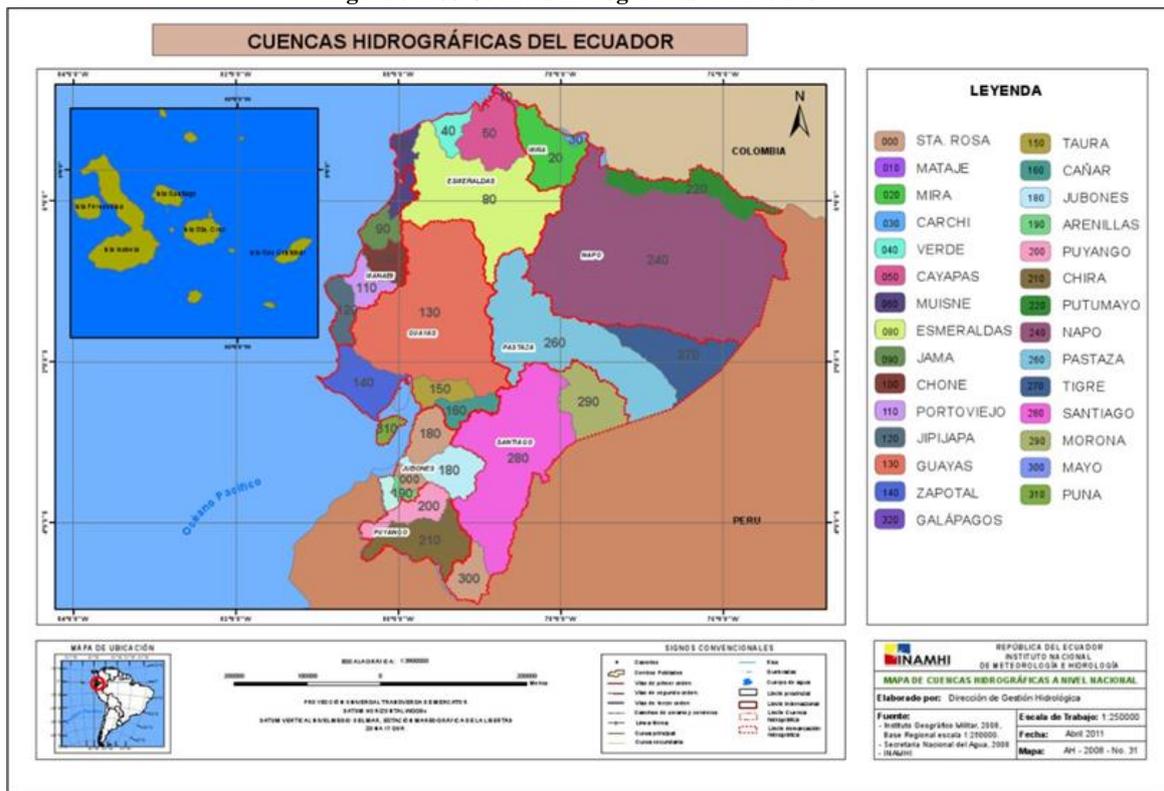
Para terminar el análisis, se observa que el incremento de los niveles de Cobre en el suelo puede ser debido a la cantidad de materia orgánica presente en el mismo, numerosos componentes están involucrados en el proceso de descomposición de materia orgánica vegetal, incluyendo los ácidos húmicos (Cordero A. y Ramírez. G, 1979).

3.1.11 Hidrología

La Región Oriental es la zona de mayor riqueza hidrográfica del país; hay un sinnúmero de ríos caudalosos que bajan de las mesetas andinas y de las estribaciones de las cordilleras. La enorme cantidad de lluvias que cae en los flancos andinos orientales es la fuente inagotable de tan numerosos ríos. Al pasar por la subregión del Alto Oriente los ríos son caudalosos y torrentosos y sólo en pequeños tramos pueden ser navegado por pequeñas embarcaciones, pero al llegar a la llanura puede ser navegados por embarcaciones mayores; la línea limítrofe actual pasa justamente por donde los ríos aumentan su caudal y facilitan la navegación.

Los principales ríos amazónicos son de Norte a Sur (Moreno F. & Tapia A., 2001), el Putumayo, el San Miguel, el Aguarico, el Coca, el Napo, el Pastaza, el Morona y el Santiago.

Figura 3.1.66 Cuencas hidrográficas del Ecuador.



Fuente: INAMHI, SENAGUA, 2011.

En la cuenca del Río Napo con una extensión de 65.206 Km², encontramos tres zonas con regímenes hidroluviométricos diferentes, debido principalmente a la altura. La cuenca alta que parte desde los deshielos del Antisana (5700 m.s.n.m), la parte media a nivel del pie de monte andino (500 m.s.n.m) y la parte baja a nivel de la llanura amazónica (200 m.s.n.m).

Según el Mapa de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas publicado por SENAGUA 2009, la cuenca del Río Napo se encuentra dividida en seis (6) unidades hídricas:

Tabla 3.1. 34 Unidades hídricas cuenca del río Napo

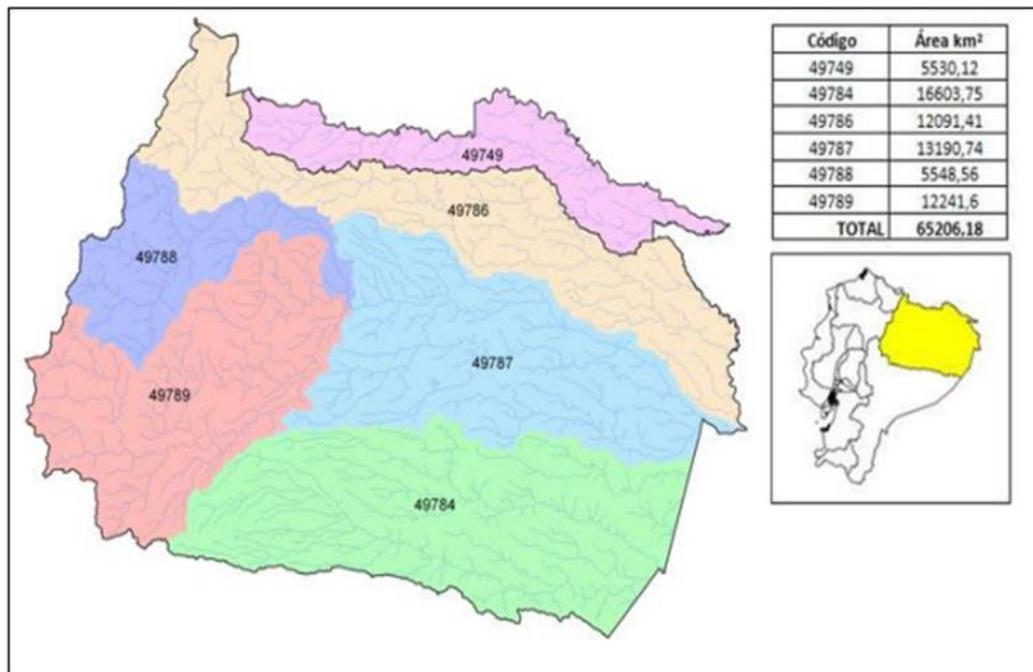
Unidad Hídrica	Extensión Km ²
Río Putumayo	5530.12
Río Aguarico	12091.41
Río Coca	5548.56
Napo Alto	12241.6
Napo Bajo	13190.74
Río Curaray	16603.75

Fuente: SENAGUA, 2009.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

La zona de estudio el Bloque MDC, se encuentra inmersa en la unidad hídrica Napo Bajo, que presenta una extensión de 13190.74 Km², y ha sido codificado con el número 49787 mediante la aplicación del método de Pfafstetter.

Figura 3.1.67 Unidades hidrográficas de la región hidrográfica 4 – U.H.497. Nivel 5.

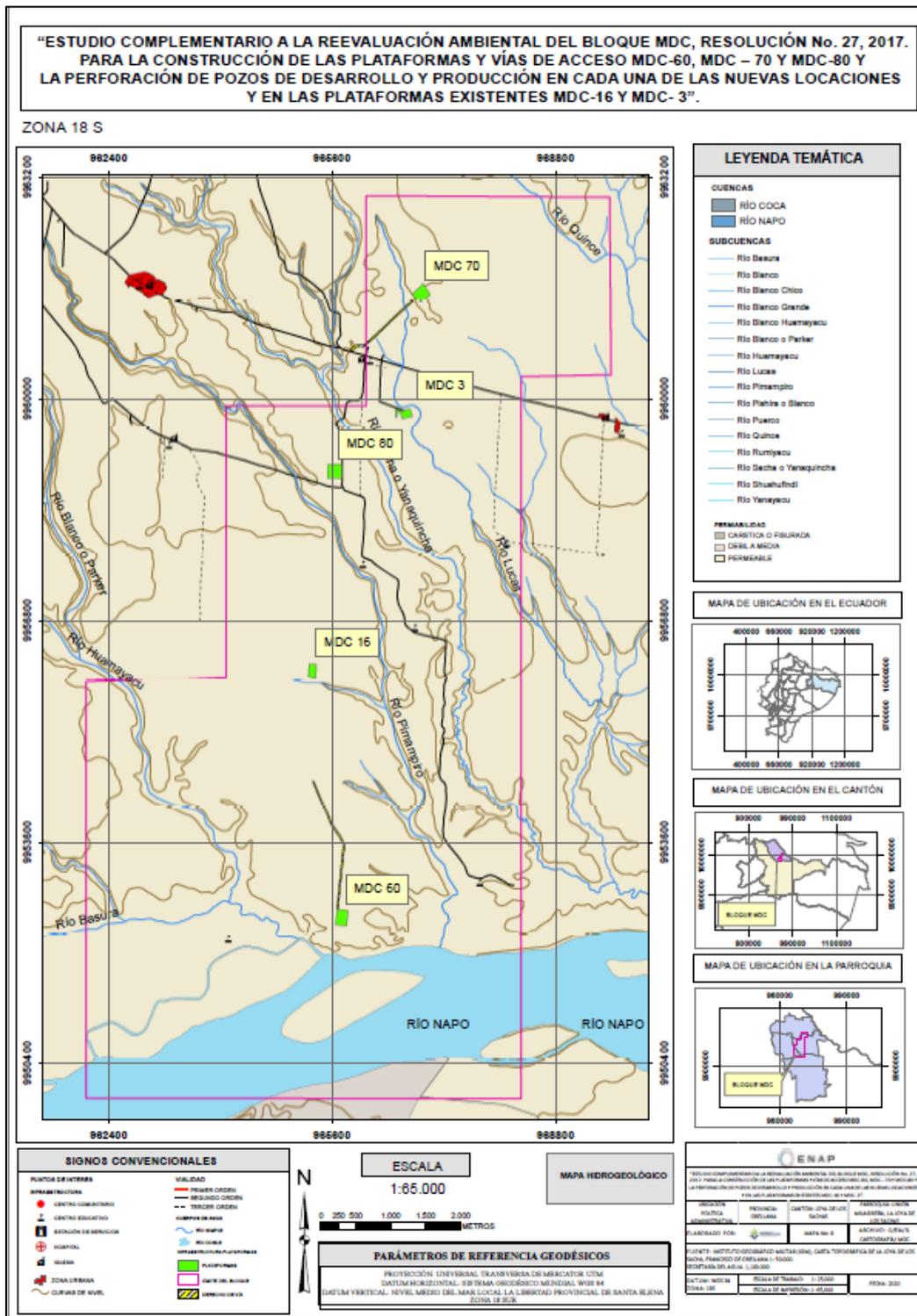


Fuente: Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas SENAGUA, 2009.

Los caudales medios multianuales registrados en el cierre de las estaciones representativas de las tres zonas son del orden de los 300 m³/s en la parte alta, 1050 m³/s en la parte media y 2200 m³/s en la parte baja. (INAMHI, IRD, 2006).

El área de influencia de las plataformas MDC 70, MDC 80 y MDC 03, sus vías de acceso y líneas de flujo, se encuentran localizadas dentro de la subcuenca de los ríos Lucas y Yanaquincha (Río Sacha); la plataforma MDC 16 está en relación con la subcuenca del río Pimampiro; mientras que MDC 60 y sus DDV se encuentra relacionada con la subcuenca del río Huamayacu y la cuenca principal del río Napo.

Figura 3.1.68 Unidades hidrográficas Bloque MDC



Elaborado por: COSTECAM, 2019.

El cálculo de los caudales de los cuerpos hídricos de la zona de estudio, se ha realizado en base al método Sección-Velocidad, el cual es usado para aforar corrientes menores de agua, consiste básicamente en medir la velocidad de corriente en una sección transversal definida, así mismo, determinar las medidas de profundidad en la sección transversal del río; para después calcular el caudal a través de la ecuación:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q: es el caudal en m³/s

A: área de la sección transversal en m²

V: velocidad media del agua en m/s

Los cuerpos hídricos analizados están cercanos a las plataformas nuevas MDC 70, MDC 80 y MDC 60 y a las preexistentes MDC 03 y MDC 16 y serán detallados a continuación:

Tabla 3.1. 35 Características hidrométricas de los cuerpos hídricos monitoreados

Nombre del cuerpo hídrico	Tipo	Punto (WGS-84)		Ancho de sección (m)	Profundidad (m)	Velocidad promedio (m/s)	Caudal promedio (m ³ /s)	No. de Anexo de la ficha hidrométrica
		X	Y					
		Río Napo	Lótico					
Río Huamayacu	Lótico	297180	9952305	3	0.47	0.35	0.49	1
Esteros/n 1	Lótico	297709	9952744	2	0.2	0.2	0.08	1
Esteros/n 2	Lótico	297500	9953789	1.83	0.2	0.2	0.07	1
Río Lucas	Lótico	298635	9961407	2.47	0.3	0.2	0.14	1
Esteros/n 3	Lótico	298143	9960958	3.9	0.2	0.1	0.08	1
Esteros/n 4	Lótico	297492	9958890	1.2	0.2	0.2	0.05	1
MDCD C3-INM1	Lótico	298512	9959686	2.9	0.47	0.64	0.87	1
Esteros/n 5	Lótico	297268	9955983	1	0.1	0.1	0.01	1
Río Pimampiro	Lótico	298245	9956176	1.97	0.5	0.29	0.29	1

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Los datos reflejados anteriormente serán variables de acuerdo a factores externos como precipitación y temperatura, de manera general la Amazonía Ecuatoriana presenta una temperatura que varía de 23°C a 40°C y una precipitación de 2500mm media anual.

3.1.12 Calidad del agua

3.1.12.1 Usos del agua

Según lo observado en la zona de estudio, a través de las encuestas sociales se evidencia que la población de las comunidades, utilizan en su mayoría agua de pozo para consumo humano mientras que el agua de lluvia, río, esteros, es utilizada para actividades como pesca, abrevaderos y lavadero de ropa, según lo detallado en la tabla a continuación:

Tabla 3.1. 36 Usos de agua según el cuerpo hídrico

CUERPO DE AGUA	PLATAFORMA	USOS DEL AGUA
RÍO NAPO	MDC60	Conservación de la fauna acuática, preservación de riberas y el correcto funcionamiento del ciclo hidrológico, pesca
RÍO HUAMAYACU	MDC60	Conservación de la fauna acuática, preservación de riberas y el correcto funcionamiento del ciclo hidrológico, aseo personal, y pesca.
ESTERO SN1	MDC60	Abrevaderos
ESTERO SN2	MDC60	Abrevaderos
RÍO LUCAS	MDC70	Conservación de la fauna acuática, preservación de riberas y el Correcto funcionamiento del ciclo hidrológico y lavaderos.
ESTERO SN3	MDC70	Abrevaderos
ESTERO SN4	MDC80	Abrevaderos
ESTERO SN5	MDC16	Abrevaderos
RÍO PIMAMPIRO	MDC16	Conservación de la fauna acuática, preservación de riberas y el correcto funcionamiento del ciclo hidrológico Lavado de ropa y pesca.
ESTERO MDC3-D1	MDC 3	Abrevaderos
RÍO LUCAS	MDC 3	Conservación de la fauna acuática, preservación de riberas y el Correcto funcionamiento del ciclo hidrológico y lavaderos.

Elaborado por: COSTECAM, 2022

Los Ríos Napo y Huamayacu que se encuentran cercanos a la nueva plataforma MDC 60. El río Lucas y el estero S/N 3 están cercanos a la plataforma MDC 70. El Estero S/N 4, cercano a la plataforma MDC 80, son cuerpos de agua importantes para la conservación de la fauna acuática, preservación de riberas y el correcto funcionamiento del ciclo hidrológico.

Según lo observado en la zona de estudio, se evidencia que la población de la comunidad Forestal Huamayacu donde se construirán la plataforma MDC 60, utiliza en su mayoría agua de pozo, agua de lluvia y agua de río. En el resto de las plataformas, las personas que utilizan agua de río, la ocupan para actividades como pesca y lavadero de ropa.

Tabla 3.1. 37 Cuerpos hídricos cercanos al área de estudio

PLATAFORMA	CUERPO HÍDRICO
MDC 60	Ríos Napo y Huamayacu
MDC 70	Río Lucas y Estero S/N 3
MDC 80	Estero S/N 4
MDC16	Río Pimampiro
MDC 03	Estero MDC3-D1 y Río Lucas

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 38 Puntos de muestreo de agua

Número de la muestra	Código de la muestra	Ubicación Coordenadas Sistema de referencia WGS 84 Z18S		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	Y		
1	MDC60-RÍONAPO	297551	9952068	27/11/2019	Muestra de agua natural en el Río Napo, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación y algunas viviendas cercanas.
2	MDC60-RIOHUAMAYACU	297180	9952305	27/11/2019	Muestra de agua natural Río Huamayacu, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación, cultivos y viviendas cercanas.
3	MDC60-ESTEROSN1	297709	9952744	27/11/2019	Muestra de agua natural Estero s/n 1, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación y cultivos
4	MDC60-ESTEROSN2	297500	9953789	29/11/2019	Muestra de agua natural Estero s/n 2, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación y cultivos
5	MDC70-RÍOLUCAS	298635	9961407	28/11/2019	Muestra de agua natural Río Lucas, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación y cultivos
6	MDC70-ESTEROSN3	298143	9960958	28/11/2019	Muestra de agua natural Estero s/n 3, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación, cultivos y viviendas cercanas.
7	MDC80-ESTEROSN4	297492	9958890	29/11/2019	Muestra de agua natural Estero s/n 4, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación y cultivos

Número de la muestra	Código de la muestra	Ubicación Coordenadas Sistema de referencia WGS 84 Z18S		Fecha de muestreo	Descripción del sitio de muestreo
		X	Y		
8	MDC16-ESTEROSN5	297268	9955983	30/11/2019	Muestra de agua natural Estero s/n 5, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación y cultivos
9	MDC16-RÍOPIMAMPIRO	298245	9956176	30/11/2019	Muestra de agua natural Río Pimampiro, cuerpo de agua lotico rodeado de vegetación, cultivos y viviendas
10	MDC03-D1	298562	9959834	1/12/2019	Punto de descarga de la plataforma MDC-3
11	MDC16-D1	297297	9956233	29/11/2019	Punto de descarga de la plataforma MDC-16
12	MDC03-INM	298512	9959686	1/12/2019	Punto de Inmisión de la plataforma MDC-3

Elaborado por: COSTECAM, 2022

3.1.12.2 Monitoreos Internos del recurso agua en las plataformas MDC 3 y MDC 16

Durante el año 2019, ENAP SIPEC ha realizado monitoreos trimestrales de descargas e inmisiones en las plataformas existentes MDC 3 y MDC 16, estos han sido presentados a la autoridad ambiental (Anexo 2_Capítulo 3, Anexo 2.1.6 y 2.1.7):

Tabla 3.1. 39 Estado de Monitoreos presentados al MAE

DESCRIPCIÓN	ESTADO
Monitoreo Ambiental de Descargas e Inmisiones Bloque MDC-I TRIMESTRE 2019	Entregado con oficio No. SG-404-2019
Monitoreo Ambiental de Descargas e Inmisiones Bloque MDC-II TRIMESTRE 2019	Entregado con Oficio No. SG-572-2019
Monitoreo Ambiental de Descargas e Inmisiones Bloque MDC-III TRIMESTRE 2019	Entregado con Oficio No. SG-138-2020
Monitoreo Ambiental de Descargas e Inmisiones Bloque MDC-IV TRIMESTRE 2019	Entregado con Oficio No. SG-138-2020

Fuente: Enap Sipec, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

3.1.12.3 Puntos de Monitoreo de descargas MDC 3 y MDC 16 (noviembre, 2019)

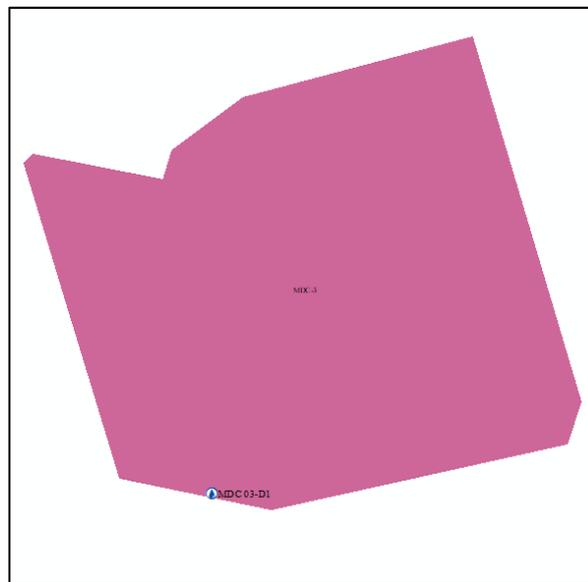
Como parte de la línea base, se ha efectuado el monitoreo en los puntos de descarga, previamente aprobados por la Autoridad ambiental competente, de las plataformas existentes MDC 3 y MDC

16. El monitoreo fue efectuado por el laboratorio acreditado ChavezSolutions, mismo que se anexan los Informes de muestreo, cadena de custodia y protocolo de muestreo (Anexo 2.1.2, Anexo 2.1.4 y Anexo 2.1.5).

- **Monitoreo MDC 03-D1 (plataforma MDC 3)**

Se realizó un monitoreo del agua de descarga en el punto aprobado MDC03-D1. Los resultados obtenidos fueron analizados en base a los límites máximos permisibles establecidos para un punto de descarga de efluentes (descargas líquidas) de la tabla 4A del Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto 1215. Este punto se encuentra en el perímetro de la plataforma MDC 3.

Figura 3.1.69 Ubicación punto de monitoreo MDC03-D1, plataforma MDC 3



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 40 Resultados monitoreo agua de descarga (MDC03-D1), plataforma MDC 3 (A1936-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA	CUMPLIMIENTO
						MDC03-D1	
REGLAMENTO SUSTITUTIVO DEL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA	pH	7,56	5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 298562	CUMPLE
	Conductividad Eléctrica	92,6	<2500	Us/cm	CHAVEZ SOLUTIONS	Y: 9959834	CUMPLE

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA	DESCARGA	CUMPLIMIENTO
						MDC03-D1		
LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, DECRETO 1215. TABLA 4A : LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE DESCARGA DE EFLUENTES (DESCARGAS LÍQUIDAS)	Demanda Química de Oxígeno	58	< 120	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE
	Sólidos Totales	1693,5	< 1700	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE
	Bario	<0,50	< 5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE
	Cromo Total	0,1	< 0,5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE
	Plomo	<0,20	< 0,5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE
	Vanadio	<0.50	< 1	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	0.21	< 20	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS			CUMPLE

Fuente: Tabla 4A, RAHOE/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Resultado del monitoreo MDC03-D1

Como se observa en la tabla anterior, se puede concluir que el agua que se descarga de la plataforma MDC 3, cumple con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

- **Monitoreo MDC 16-D1 (plataforma MDC 16)**

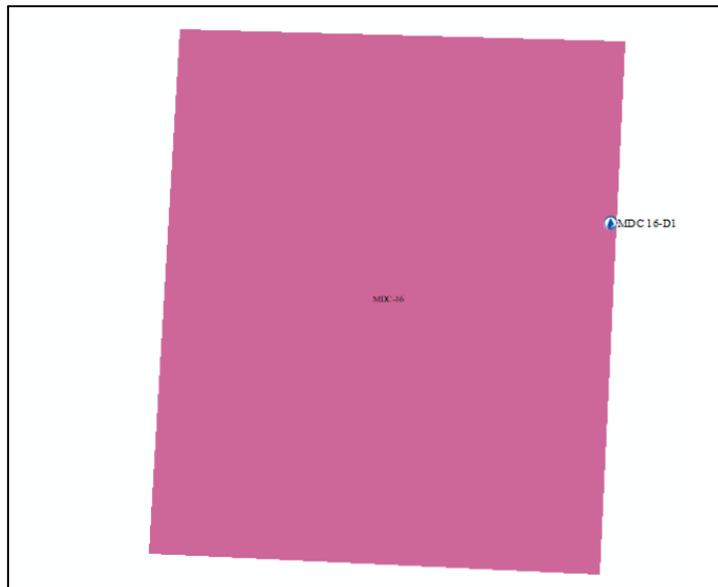
Se realizó un monitoreo del agua de descarga en el punto aprobado MDC16-D1. Los resultados obtenidos fueron analizados en base a los límites máximos permisibles establecidos para un punto de descarga de efluentes (descargas líquidas) de la tabla 4A del Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto 1215. Este punto se encuentra en el perímetro de la plataforma MDC 16.

Figura 3.1.70 Monitoreo MDC16-D1, plataforma MDC 16



Tomado por: COSTECAM, 2019

Figura 3.1.71 Ubicación de monitoreo MDC16-D1, plataforma MDC 16



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 41 Resultados monitoreo agua de descarga (MDC16-D1), plataforma MDC 16 (A1933-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRAS DESCARGA	CUMPLIMIENTO
						MDC16-D1	
REGLAMENTO SUSTITUTIVO DEL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, DECRETO 1215. TABLA 4A : LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE DESCARGA DE EFLUENTES (DESCARGAS LÍQUIDAS)	pH	4.22	5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 297297 Y: 9956233	NO CUMPLE
	Conductividad Eléctrica	<84.0	<2500	Us/cm	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	49	< 120	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Sólidos Totales	56.6	< 1700	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Bario	<0,50	< 5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Cromo Total	<0,10	< 0,5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Plomo	<0,20	< 0,5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Vanadio	<0.50	< 1	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	0.29	< 20	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE

Fuente: Tabla 4A, RAHOE/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Resultado del monitoreo MDC16-D1

Como se observa en la tabla anterior, el único parámetro que se encuentra fuera de los límites máximos permisibles es el pH, este se puede ver influenciado por la temperatura, ya que cuando esta es elevada, las vibraciones moleculares aumentan, provocando que las moléculas tiendan a separarse en sus elementos: hidrógeno y oxígeno. Influenciando así directamente en la capacidad del agua para ionizarse y formar más iones de hidrógeno. Como resultado, el pH baja.

Otros factores externos que pueden causar fluctuaciones en el pH de un río incluyen los desechos de agricultura (García et al., 2018), esta es una de las actividades económicas más recurrentes en toda el área del proyecto, incluyendo en propiedades aledañas a la plataforma MDC 16.

El resto de parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

3.1.12.4 Monitoreo de inmisiones de agua en las plataformas MDC 3

Como parte de la línea base, se ha efectuado el monitoreo en el punto de inmisión, previamente aprobado por la Autoridad ambiental competente, de la plataforma existente MDC 3. El monitoreo fue efectuado por el laboratorio acreditado ChavezSolutions, mismo que se anexan los Informes de muestreo, cadena de custodia y protocolo de muestreo (Anexo 2_Capítulo 3, Anexo 2.1.2, Anexo 2.1.4 y Anexo 2.1.5). Se debe indicar que no se cuenta con puntos de inmisión aprobados para la Plataforma MDC-16

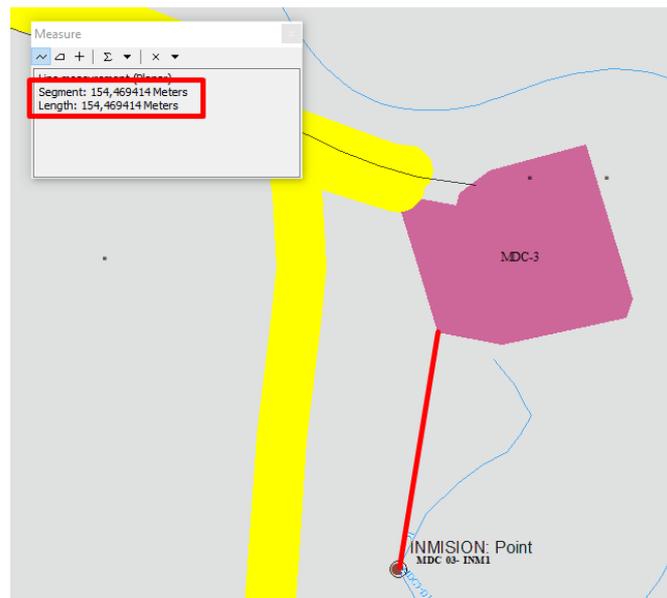
- **Monitoreo MDC 03-INM (plataforma MDC 3)**

Se realizó un monitoreo de agua en el cuerpo hídrico receptor, en el punto aprobado MDC03INM. Los resultados obtenidos fueron analizados en base a los límites máximos permisibles establecidos para el punto de control en el cuerpo receptor (inmisión) de la tabla 4B del Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto 1215. Este punto se encuentra a una distancia de 154 mtrs de la plataforma MDC 3.

Figura 3.1.72 Monitoreo MDC03-INM, plataforma MDC 3



Tomado por: COSTECAM, 2019

Figura 3.1.73 Distancia de punto de monitoreo MDC03-INM, plataforma MDC 3


Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 42 Resultados monitoreo agua de descarga (MDC03-INM), plataforma MDC 3 (A1937-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA INMISIÓN	CUMPLIMIENTO
						MDC03-INM	
REGLAMENTO SUSTITUTIVO DEL REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR, DECRETO 1215. TABLA 4B LÍMITES PERMISIBLES EN EL PUNTO DE CONTROL EN EL CUERPO RECEPTOR (INMISIÓN).	pH	7.49	6-8	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 298512 Y: 9959686	CUMPLE
	Conductividad Eléctrica	<84	<170	Us/cm	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	101	<30	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		NO CUMPLE
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	0.21	< 0,5	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	<0.0002	<0.0003	mg/L	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE
	Temperatura	29.1	NA	°C	CHAVEZ SOLUTIONS		CUMPLE

Fuente: Tabla 4A, RAHOE/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

Resultado del monitoreo MDC03-INM

De la tabla que antecede, se puede concluir que el único parámetro que se encuentra fuera de los límites máximos permisibles es la Demanda Química de Oxígeno, al ser este un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004).

El resto de parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente.

3.1.12.5 Muestreo calidad de agua, nuevas actividades

Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la vida acuática y silvestre en agua dulce

La metodología empleada, consiste en tomar la muestra lo más próximo al centro del cuerpo de agua y en contra de la corriente al flujo de agua evitando el ingreso de sólidos. La muestra fue recolectada cuidadosamente para que la obtención de la misma asegure que sea lo más homogénea posibles y para mantener las características físico-químicas y microbiológicas. Se enjuaga o lava los envases 2 o 3 veces con el agua recolectada dependiendo del análisis. Se debe llenar el frasco completamente sin espacio de aire y cierra herméticamente (ChavezSolutions, 2019).

Para la medición de parámetros de campo se debe verificar y constatar que los equipos de medición se encuentren calibrados y limpios y usar preferiblemente los envases de plástico. Finalmente, identificar y rotular las distintas muestras. Finalmente, estas son transportadas al laboratorio bajo refrigeración (ChavezSolutions, 2019).

Los puntos de muestreo fueron seleccionados mediante el análisis cartográfico y la observación en campo, tomándose en cuantos cauces representativos con el fin de conocer la calidad y estado actual de los mismos, infraestructura a instalarse en los alrededores y usos que son dados por la comuna.

El criterio de muestreo, fue la toma de agua en los cuerpos hídricos cercanos al área de influencia de las plataformas MDC 60, MDC 70, MDC 80, líneas de flujo, vías y al área de ampliación de la plataforma MDC 16. Para tener una línea base del estado de estos, previo a los procesos de construcción, perforación y operación de las plataformas. Tomándose un total de 5 cuerpos hídricos representativos del proyecto.

Las plataformas MDC 60, MDC 70, MDC 80 y Ampliación de MDC 16, se encuentran influenciadas por los siguientes cuerpos hídricos:

- 1 muestra en el Río Napo cercano a la plataforma MDC 60
- 1 muestra en el Río Huamayacu cercano a la plataforma MDC 60
- 1 muestra en el Estero S/N 1 cercano a la plataforma MDC 60 y al DDV
- 1 muestra en el Estero S/N 2 cercano a la plataforma MDC 60 y al DDV
- 1 muestra en el Río Lucas cercano a la plataforma MDC 70 y al DDV
- 1 muestra en el Estero S/N 3 cercano a la plataforma MDC 70 y al DDV
- 1 muestra en el Estero S/N 4 cercano a la plataforma MDC 80
- 1 muestra en el Estero S/N 5 cercano a la plataforma MDC 16 y al área de ampliación
- 1 muestra en el Río Pimampiro cercano a la plataforma MDC 16 y al área de ampliación.

En caso de requerirse el muestreo en puntos adicionales a los planteados, se ha incluido en el PMA una actividad que indica que antes de iniciar las actividades de construcción se realizará un muestreo aguas arriba y aguas abajo de los cuerpos hídricos influenciados por las actividades del proyecto y los resultados serán entregados a la Autoridad Ambiental junto con el informe ambiental anual.

Durante las inspecciones realizadas para el levantamiento de línea base del presente proyecto, no se observó descargas de efluentes industriales a ninguno de los cuerpos hídricos antes mencionados (aguas arriba ni aguas abajo), por lo que se tomó una (1) muestra de agua, en cada cuerpo hídrico que influencia el presente proyecto. Adicionalmente cabe recalcar que ENAP SIPEC no realiza descargas y el agua que se dirige a los cuerpos hídricos es únicamente de escorrentía.

Los parámetros efectuados fueron tomados de la Tabla 9. Parámetros para determinarse en la caracterización de aguas superficiales en Estudios de Línea Base – Diagnóstico Ambiental, del RAOHE 1215 y los límites máximos permisibles para el análisis de los resultados de la mayoría de parámetros fueron obtenidos de la Tabla 1: criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico; Tabla 2: criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios, del Acuerdo Ministerial 097A.

El muestreo fue efectuado mediante el laboratorio acreditado ChavezSolutions, mismo que se anexan los Informes de muestreo, cadena de custodia y protocolo de muestreo (Anexo 2_Capítulo 3, Anexo 2.1.2, Anexo 2.1.4 y Anexo 2.1.5).

- **Muestreo Río Napo (plataforma MDC 60)**

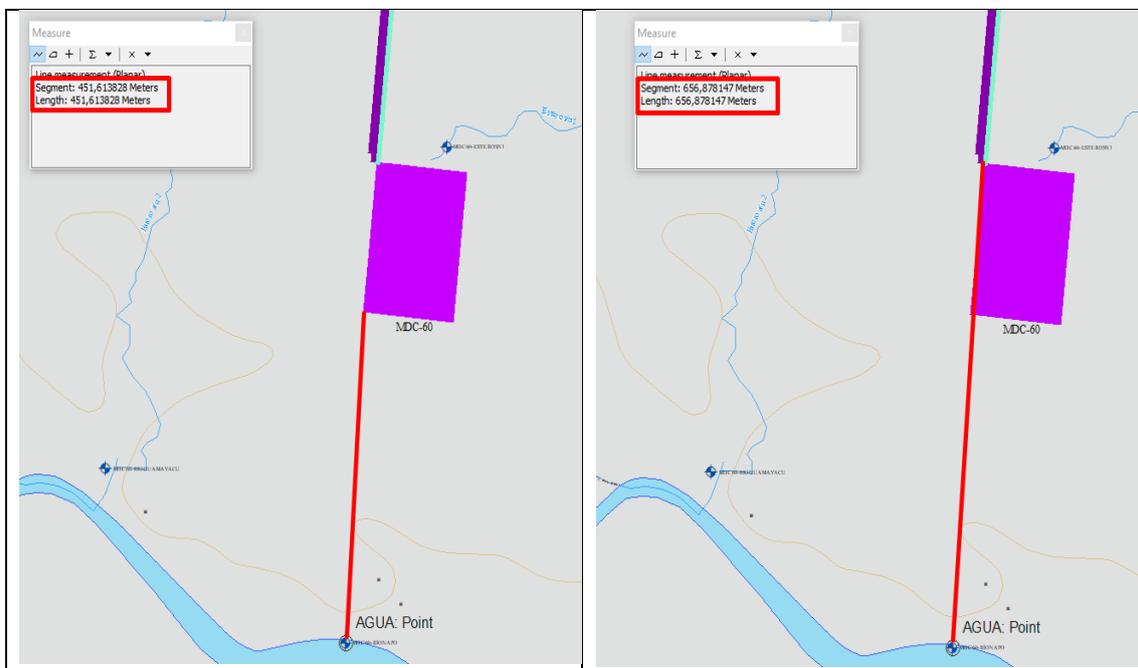
Se realizó un muestreo (Código de muestreo: MDC60-RÍONAPO) de calidad de agua en el río Napo. El criterio técnico por el cual se muestreo este cuerpo hídrico, fue debido a que, es uno de los más cercanos a la plataforma MDC 60, el punto seleccionado de muestreo fue el más próximo a la plataforma a una distancia de 451mtrs al lado suroeste de la Plataforma MDC 60 y a 656 mtrs de la vía de acceso a la plataforma.

Figura 3.1.74 Muestreo río Napo



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.75 Distancias muestreo Rio Napo- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-RÍONAPO)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 43 Resultados muestreo de calidad de agua dulce río Napo, plataforma MDC 60 (A1921-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 60 RÍO NAPO	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES	pH	7.27	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CCHAVEZ SOLUTIONS	X: 297551 Y: 9952068	CUMPLE	CUMPLE
	Conductividad	108.6	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	29.0	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	6.9	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	90.9	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L				
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	44	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0.2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0.02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
Plomo	<0.2	0.01	0,001	mg/L	N/A***	N/A***			
Vanadio	<0.50	N/A	-	mg/L	N/A	N/A			

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 60 RÍO NAPO	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
	Coliformes Fecales*	10	1000	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019
 Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Río Napo MDC 60

Como se observa en la tabla anterior, uno de los parámetros que se encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO es la Demanda biológica de oxígeno parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado, tanto para la tabla 1 y 2 de criterios de calidad la Demanda Química de Oxígeno, se encuentra sobrepasando el LMP, al ser este un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). De todas maneras, en base a este resultado se puede decir que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo.

- **Muestreo Río Huamayacu (plataforma MDC 60)**

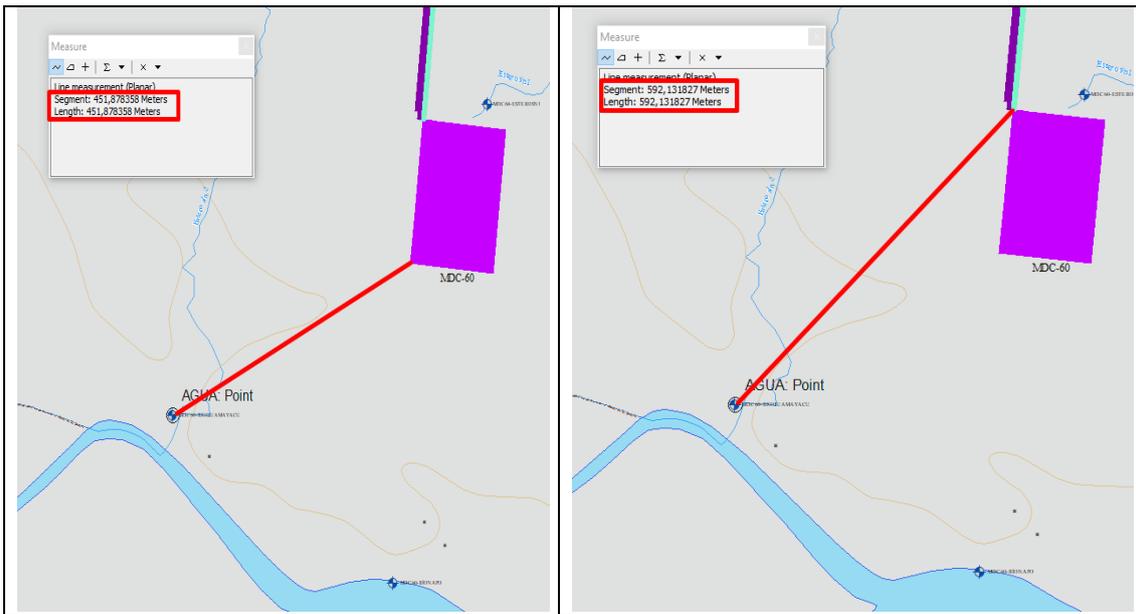
Se realizó un muestreo de calidad de agua en el Río Huamayacu (Código de muestreo: MDC60-RÍOHUAMAYACU), debido a que se encuentra cercano a la plataforma a una distancia aproximada de 451 mtrs al lado suroeste de la Plataforma MDC 60 y a 592 mtrs de la vía de acceso a la plataforma.

Figura 3.1.76 Muestreo Río Huamayacu



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.77 Distancias muestreo Río Huamayacu- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-RÍOHUAMAYACU)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 44 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Río Huamayacu, plataforma MDC 60 (A1920-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 60 RÍO HUAMAYACU	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES	pH	6.96	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 297180 Y: 9952305	CUMPLE	CUMPLE
	Conductividad	<84	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	28	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	6.5	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	84.2	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	48	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0,2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0.001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0.032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0.025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A

PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES	Coliformes Fecales*	20	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A
--	---------------------	----	-----	-----	-------------	--	--	-----	-----

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se

indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Río Huamayacu MDC 60

Como se observa en la tabla anterior, el valor del parámetro DBO se encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado en análisis el resultado obtenido se observa que otro de los parámetros que se encuentra fuera de los límites permisibles para ambas tablas es la Demanda Química de Oxígeno, este mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). De todas maneras, en base a este resultado se puede decir que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo.

- **Muestreo Estero S/N 1 (plataforma MDC 60 y DDV)**

Se realizó un muestreo de calidad de agua en el Estero S/N 1 (Código de muestreo: MDC60-ESTEROSN1); punto seleccionado debido a que es el cuerpo hídrico más cercano al área de influencia de la plataforma, se ubica a una distancia aproximada de 32 mtrs al Noroeste de la Plataforma MDC 60, vía de acceso a la plataforma a una distancia de 111 mtrs.

Figura 3.1.78 Muestreo Estero S/N 1



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.79 Distancias muestreo Estero S/N 1- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-ESTEROSN1)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 45 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 1, plataforma MDC 60 (A1919-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABO RATO RIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 60 ESTERO S/N 1	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓ N DE LA VIDA	pH	6.22	6-9	6,5- 9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 297709 Y: 9952744	CUMPLE	NO CUMPLE
	Conductividad	<84	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	29.1	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	6.6	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	87.00	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	46	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0,2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			N/A	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A

ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE	Coliformes Fecales*	20	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A
-------------------------------------	---------------------	----	-----	-----	-------------	--	--	-----	-----

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se

indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Estero S/N 1 MDC 60

Como se observa en la tabla anterior, el valor del parámetro DBO se encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado otro de los parámetros que se encuentra fuera de los límites permisibles tanto para la tabla 1 y 2 es la Demanda Química de Oxígeno, este mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). En base a este resultado se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Estero S/N 1.

Los valores del pH dentro de los resultados se encuentran levemente fuera de la normativa para la tabla 2, esto puede deberse a varios factores entre ellos la disponibilidad del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, sulfatos, desechos de la agricultura, descargas de aguas domésticas de la población aledaña al sector o factores mencionados anteriormente como la DBO y DQO (Chacon et al., 2004).

- **Muestreo Estero S/N 2 (plataforma MDC 60 y DDV)**

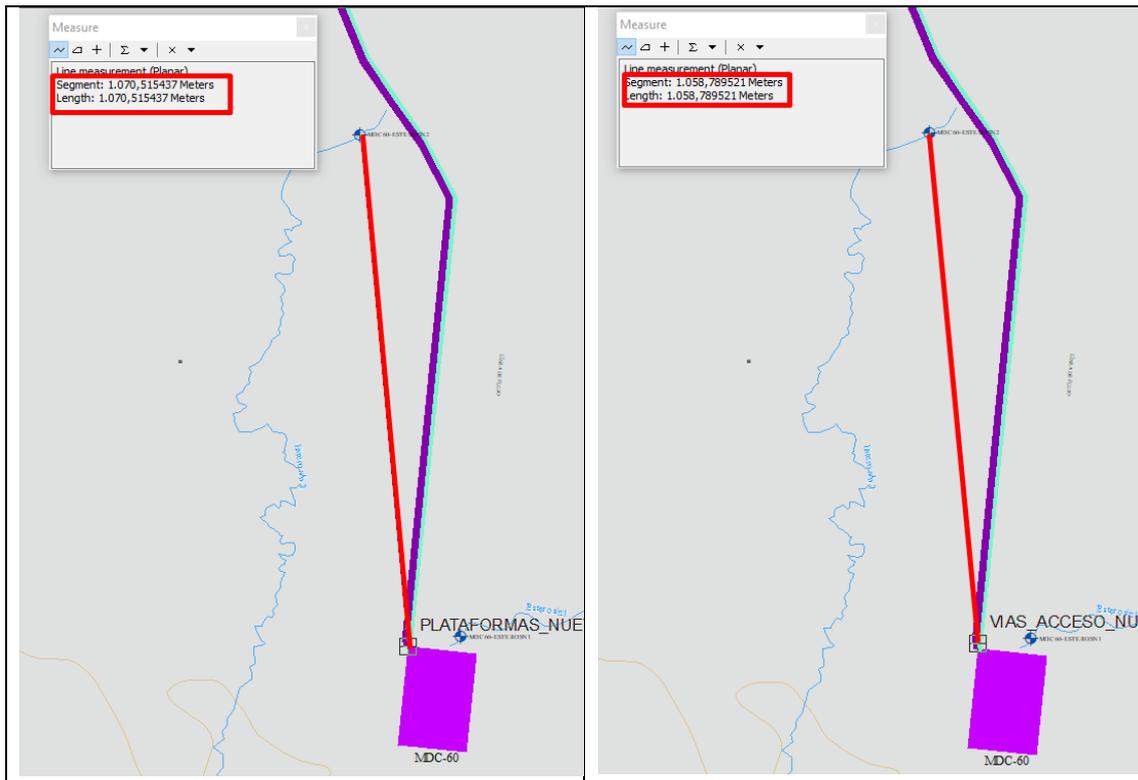
Se realizó un muestreo de calidad de agua del estero S/N 1 (Código de muestreo: MDC60-ESTEROSN2), debido a la cercanía con la plataforma y su vía de acceso; este se encuentra ubicado a 1070 mtrs de distancia del lindero Norte de la plataforma y a 1058 mtrs a la vía de acceso a la plataforma MDC 60.

Figura 3.1.80 Muestreo Estero S/N 2



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.81 Distancias muestreo Estero S/N 2- Plataforma MDC60 y DDV (MDC60-ESTEROSN2)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 46 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 2, plataforma MDC 60 (A1931-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 60 ESTERO S/N 2	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES	pH	6.33	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 297500 Y: 9953789	CUMPLE	NO CUMPLE
	Conductividad	<84,0	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	26.1	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	6.2	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	80.3	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	20	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	59	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0,2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Coliformes Fecales*	20	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Estero S/N 2 MDC 60

En el muestreo realizado en el Estero S/N 2 se muestra que existen algunos parámetros que se encuentran superando el límite de la normativa, como se observa en la tabla anterior, el valor del parámetro DBO se encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado otro de los parámetros que se encuentra fuera de los límites permisibles en la tabla 1 y 2 es la Demanda Química de Oxígeno, este mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). En base a este resultado se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Estero S/N 2.

Los valores del pH dentro de los resultados se encuentran levemente fuera de la normativa para la tabla 2, esto puede deberse a varios factores entre ellos la disponibilidad del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, sulfatos, desechos de la agricultura, descargas de aguas domesticas de las personas aledañas al sector o factores mencionados anteriormente como la DBO y DQO (Chacon et al., 2004).

- **Muestreo Río Lucas (plataforma MDC 70 y DDV)**

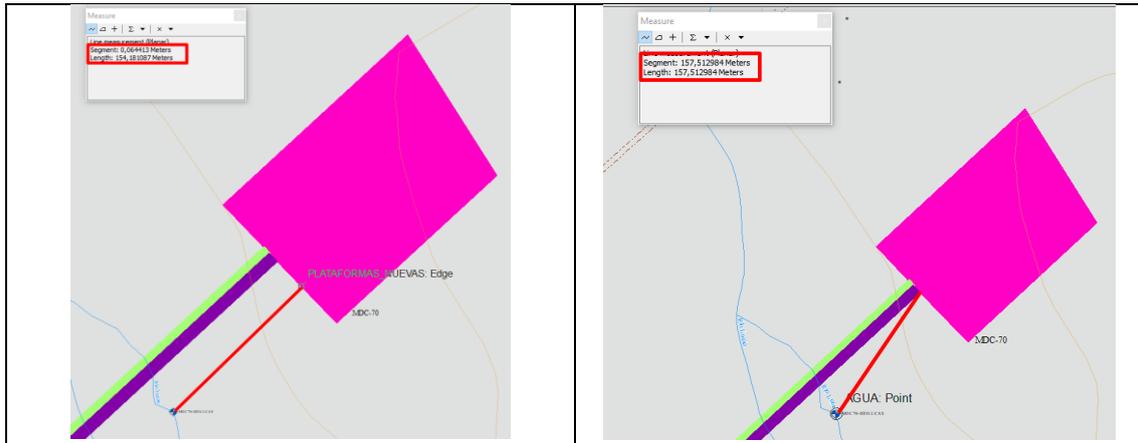
Cerca de la plataforma MDC 70 y DDV, se encuentra el río Lucas (Código de muestreo: MDC70-RÍOLUCAS); punto seleccionado debido a que es el cuerpo hídrico más cercano al área de influencia de la plataforma, se ubica a una distancia aproximada de 154 mtrs al sur de la Plataforma MDC 70 y a 157 mtrs del DDV.

Figura 3.1.82 Muestreo Estero Río Lucas



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.83 Distancias muestreo Río Lucas- Plataforma MDC70 y DDV (MDC70-RIOLUCAS)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 47 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Río Lucas, plataforma MDC 70 (A1925-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABOR ATORIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 70 RÍO LUCAS	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y	pH	6.40	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 298635 Y: 9961407	CUMPLE	NO CUMPLE
	Conductividad	<84	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	28	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	5.5	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	71.2	N/A	>80	% de Saturación			N/A	NO CUMPLE
	Amonio	0.35	N/A	N/A	mg/L			N/A	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	10	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	45	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0,2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			N/A	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	-	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Coliformes Fecales*	40	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABOR ATORIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 70 RÍO LUCAS	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
SILVESTRE EN AGUAS DULCES									

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019
Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Río Lucas MDC 70

Tal como lo indica la tabla que antecede, uno de los parámetros que se encuentra fuera del LMP según la normativa ambiental vigente, es la Demanda Química de Oxígeno que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). Por ello se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Río Lucas.

Los valores del pH dentro de los resultados se encuentran levemente fuera de la normativa para la tabla 2, esto puede deberse a varios factores entre ellos la disponibilidad del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, sulfatos, desechos de la agricultura, descargas de aguas domesticas de las personas aledañas al sector o factores mencionados anteriormente como la DBO y DQO (Chacon et al., 2004).

Finalmente, el porcentaje de oxígeno disuelto evidencia un valor inferior al 80%, incumpliendo lo establecido en la normativa ambiental vigente esto se puede deber a que el flujo de la corriente se mantiene casi estático y a la actividad humana que se desarrolla en el área aledaña al río (Guemisa, 2018).

- **Muestreo Estero S/N 3 (plataforma MDC 70 y Vía de acceso)**

Se realizó un muestreo de calidad de agua del estero S/N 3 (Código de muestreo: MDC70-ESTEROSN3), debido a la cercanía con la plataforma y su vía de acceso; este se encuentra ubicado a 820 mtrs de distancia a la vía de acceso a la plataforma MDC 70 y 820 mtrs a la plataforma.

Figura 3.1.84 Muestreo Estero S/N 3



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.85 Distancias muestreo Estero S/N 3- Plataforma MDC70 y DDV (MDC70-ESTEROSN3)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 48 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 3 plataforma MDC 70 (A1924-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 70 ESTERO S/N 3	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y	pH	6.47	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 298143 Y: 9960958	CUMPLE	NO CUMPLE
	Conductividad	99.4	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	26.1	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	6.0	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	75.1	N/A	<80	% de Saturación			N/A	NO CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	10	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	40	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0,2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			N/A	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 70 ESTERO S/N 3	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
SILVESTRE EN AGUAS DULCES	Coliformes Fecales*	20	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019
Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Estero S/N 3 MDC 70

En el muestreo realizado en el Estero S/N 3 , muestra que existen algunos parámetros que se encuentran superando el límite de la normativa, como se observa en la tabla anterior, el valor del parámetro DBO y DQO se encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado, otro de los parámetros que se encuentra fuera de los límites permisibles es la Demanda Química de Oxígeno, este mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). En base a este resultado se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Estero S/N 3.

Los valores del pH dentro de los resultados se encuentran levemente fuera de la normativa para la tabla 2, esto puede deberse a varios factores entre ellos la disponibilidad del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, sulfatos, desechos de la agricultura, descargas de aguas domesticas de las personas aledañas al sector o factores mencionados anteriormente como la DBO y DQO (Chacon et al., 2004).

Adicionalmente, el porcentaje de oxígeno disuelto evidencia un valor inferior al 80% para la tabla 2 incumpliendo lo establecido en la normativa ambiental vigente esto se puede deber a que el flujo de la corriente se mantiene casi estático y a la actividad humana que se desarrolla en el área aledaña al río (Guemisa, 2018).

- **Estero S/N 4 (plataforma MDC 80)**

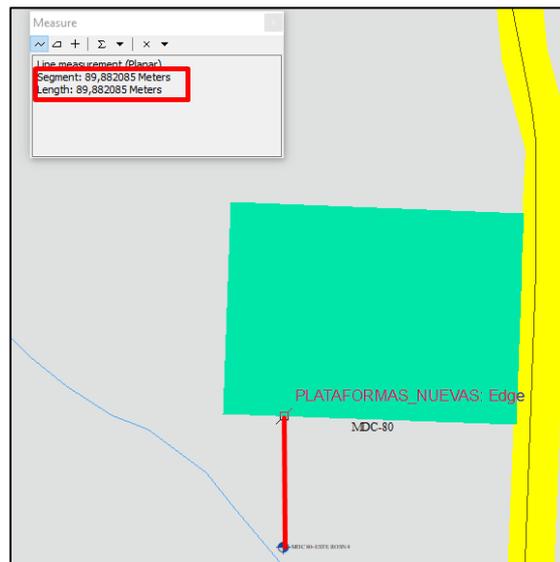
Se realizó un muestreo de calidad de agua en el Estero S/N 4 (Código de muestreo: MDC80-ESTEROSN4). El criterio técnico por el cual se muestreo este cuerpo hídrico, fue debido a que, es uno de los más cercanos a la plataforma MDC 80, el punto seleccionado de muestreo fue el más próximo a la plataforma a una distancia aproximada de 89 mtrs al lado sur de la Plataforma MDC 80.

Figura 3.1.86 Muestreo Estero S/N 4



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.87 Distancias muestreo Estero S/N 4- Plataforma MDC 80 (MDC80-ESTEROSN4)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 49 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 4 plataforma MDC 80 (A1932-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 80 ESTERO S/N 4	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN	pH	6.31	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 297492 Y: 9958890	CUMPLE	NO CUMPLE
	Conductividad	<84	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	29.1	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	8.1	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	106.7	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	50	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0.20	0,2	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 80 ESTERO S/N 4	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES	Coliformes Fecales*	40	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se

indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Estero S/N 4 MDC 80

Se observa que el parámetro que se encuentra fuera de los límites permisibles según el Acuerdo Ministerial 097-A. Es la DBO la cuál encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presentes en el cuerpo de agua; por otro lado los valores de la DQO exceden lo estipulado en el ANEXO 2. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, es la Demanda Química de Oxígeno, este que mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). En base a este resultado se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Estero S/N 4.

Los valores del pH dentro de los resultados se encuentran levemente fuera de la normativa para la tabla 2, esto puede deberse a varios factores entre ellos la disponibilidad del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, sulfatos, desechos de la agricultura, descargas de aguas domesticas de las personas aledañas al sector o factores mencionados anteriormente como la DBO y DQO (Chacon et al., 2004).

- **Muestreo Estero S/N 5 (plataforma MDC 16)**

Se realizó un muestreo (Código de muestreo: MDC16-ESTEROSN5) de calidad de agua en el Estero S/N 5. El criterio técnico por el cual se muestreo este cuerpo hídrico, fue debido a que, es uno de los más cercanos a la plataforma MDC 16 y al área de ampliación, el punto seleccionado de muestreo fue el más próximo a la plataforma a una distancia de 166 mtrs al lado suroeste de la Plataforma MDC 16 y a 95 mtrs del área de ampliación de la plataforma.

Figura 3.1.88 Muestreo Estero S/N 5



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.89 Distancias muestreo Estero S/N 5 Plataforma MDC 16 y Ampliación (MDC16-ESTEROSN5)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 50 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Estero S/N 5, plataforma MDC 16 (A1935-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 16 ESTERO S/N5	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES	pH	6.14	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	X: 297268 Y: 9955983	CUMPLE	NO CUMPLE
	Conductividad	<84	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	28.0	N/A	N/A	°C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	7.1	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	93.2	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	10	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	35	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	0.21	0,2	0,5	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			N/A	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 16 ESTERO S/N5	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES	Coliformes Fecales*	20	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestreos MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Estero S/N 5 MDC 16

De acuerdo a la tabla anterior existen parámetros que exceden los límites permisibles según el Acuerdo Ministerial 097-A. la DBO se encuentra fuera de los límites permisibles para la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado la Demanda Química de Oxígeno también excede el límite para la tabla 1, este mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). En base a este resultado se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Estero S/N 5.

Los valores del pH dentro de los resultados se encuentran levemente fuera de la normativa para la tabla 2, esto puede deberse a varios factores entre ellos la disponibilidad del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua, sulfatos, desechos de la agricultura, descargas de aguas domesticas de las personas aledañas al sector o factores mencionados anteriormente como la DBO y DQO.

En cuanto al resultado de TPH's (0.21 mg/L), sobrepasa el LPM establecido en la Tabla 1 (0.2 mg/L), esto puede deberse a la presencia de las zonas boscosas, en las cuales, por sus condiciones específicas de clima templado, existe descomposición vegetal y la consiguiente formación de taninos (Lara, 2008).

- **Muestreo Río Pimampiro (plataforma MDC 16)**

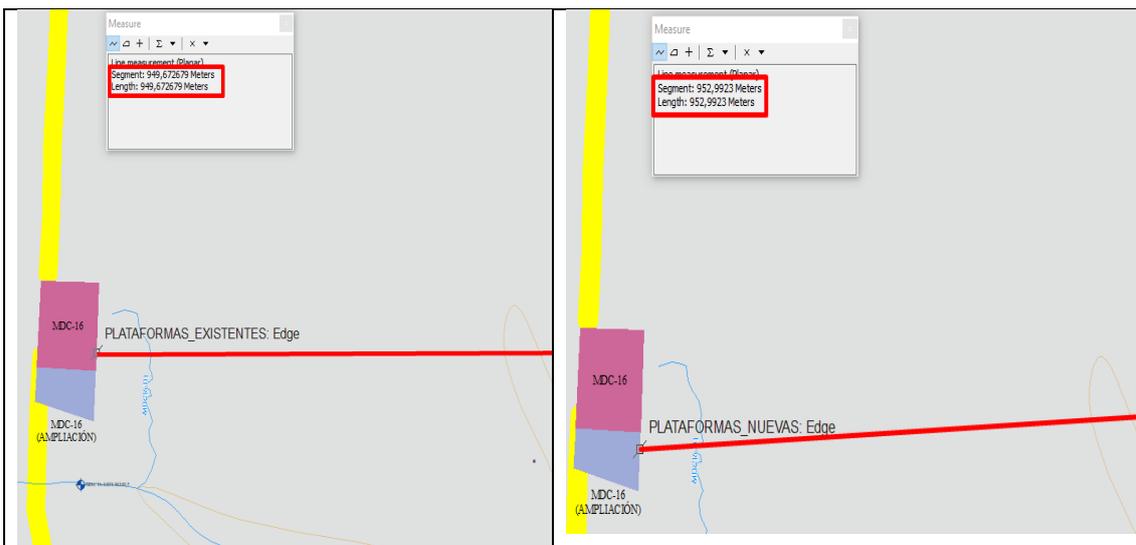
Se realizó un muestreo (Código de muestreo: MDC16-RÍOPIMAMPIRO) de calidad de agua en el Río Pimampiro. El criterio técnico por el cual se muestreo este cuerpo hídrico, fue debido a que, es uno de los más cercanos a la plataforma MDC 16 y al área de ampliación, el punto seleccionado de muestreo fue el más próximo a la plataforma a una distancia de 949 mtrs al lado este de la Plataforma MDC 16 y a 953 mtrs del área de ampliación de la plataforma.

Figura 3.1.90 Muestreo Estero S/N 5



Tomado por: COSTECAM, 2020

Figura 3.1.91 Distancias muestreo Río Pimampiro Plataforma MDC 16 y Ampliación (MDC16-RÍO PIMAMPIRO)



Elaborado por: COSTECAM, 2020

Tabla 3.1. 51 Resultados muestreo de calidad de agua dulce Río Pimampiro, plataforma MDC 16 (A1934-19)

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORAT ORIO	COORDENADA S MUESTRA 1 MDC 16 RÍO PIMAMPIRO	CUMPLIMIEN TO TABLA 1	CUMPLIMIEN TO TABLA 2
<p>TULSMA. AM097. ANEXO 1 NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO</p> <p>TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES</p>	pH	6.87	6-9	6,5-9	Unidades de pH	CHAVEZ SOLUTIONS	<p>X: 298245 Y: 9956176</p>	CUMPLE	CUMPLE
	Conductividad	<84	N/A	N/A	Us/cm			N/A	N/A
	Temperatura	26.1	N/A	N/A	° C			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	6.9	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto	86.4	N/A	>80	% de Saturación			N/A	CUMPLE
	Amonio	<0.32	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	<2	20	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Demanda Química de Oxígeno	46	<4	40	mg/L			NO CUMPLE	NO CUMPLE
	Fenoles	<0.05	N/A	0,001	mg/L			N/A	N/A**
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	0.26	0,2	0,5	mg/L			NO CUMPLE	CUMPLE
	Tensoactivos	<0.10	N/A	0,5	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Bario	<0.50	1	1	mg/L			CUMPLE	CUMPLE
	Cadmio	<0.05	0,02	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Cromo	<0.10	0,05	0,032	mg/L			N/A***	N/A***

NORMATIVA	PARÁMETRO	RESULTADO	LMP TABLA 1	LMP TABLA 2	UNIDAD	LABORATORIO	COORDENADAS MUESTRA 1 MDC 16 RÍO PIMAMPIRO	CUMPLIMIENTO TABLA 1	CUMPLIMIENTO TABLA 2
	Níquel	<0.10	N/A	0,025	mg/L			N/A	N/A***
	Plomo	<0.2	0,01	0,001	mg/L			N/A***	N/A***
	Vanadio	<0.50	N/A	N/A	mg/L			N/A	N/A
	Coliformes Fecales*	30	N/A	N/A	NMP / 100ml			N/A	N/A

Fuente: Acuerdo Ministerial 097-A, 2015/ ChavezSolutions, 2019

Elaborado por: COSTECAM, 2020

*En el caso del parámetro Coliformes Fecales, no se reporta el cumplimiento o no del LMP de la Tabla 1 del AM 097-A, debido a que los resultados reportados por el laboratorio, se encuentra en distintas unidades a las establecidas en la normativa indicada y no pueden ser comparados (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Oficio MAATE-Chávez Coliformes Fecales), se debe aclarar que para este parámetro las unidades indicadas en los informes de laboratorio y en la tabla anterior son las unidades que constan en la acreditación del laboratorio y en la tabla 9 del RAOHE. D.E 1215, más no las establecidas en la tabla 1, Anexo 1 del AM 097-A.

** En relación a los fenoles, de conformidad con la aclaración del laboratorio Chávez Solutions, quienes aclaran que el valor reportado en el análisis de fenoles corresponde al análisis de fenoles totales (simples y complejos) solubles en agua, el mismo que fue realizado con el método HACH 8047 análogo al método APHA/AWWA/WEF Standard Methods No. 5530 que se estipulaba como método recomendado a ser utilizado para este análisis en el Anexo 5 Métodos analíticos del RAOHE, DE 1215. Por el contrario, el valor de Fenoles monohídricos (expresado como fenoles) que se estipula en la TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCE del 097-A, corresponde únicamente a la medición de un grupo de fenoles (fenoles con un solo grupo hidroxilo), de ahí que los resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención, ya que el método de análisis utilizado no discrimina solo este grupo de fenoles. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestréos MDC/ AGUA/ Aclaración Fenoles)

***Los resultados reportados para los parámetros Cadmio, Cromo, Níquel, Plomo, se muestran como concentraciones por encima del LMP, de conformidad al límite de cuantificación que consta en la acreditación del laboratorio, razón por la cual dichos resultados no pueden ser comparados con los LMP de la normativa en mención a fin de determinar su cumplimiento o no con la norma, por lo tanto, para fines de este estudio, se asume el límite menor de acreditación del laboratorio como línea base de la muestra analizada, siendo estos valores: CADMIO=0.05 MG/L, CROMO=0.10 MG/L, NÍQUEL=0.10 MG/L, PLOMO=0.2 MG/L. Se incluye la aclaración emitida por el laboratorio en relación a los límites de cuantificación. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Límites de cuantificación)

Finalmente, Chávez Solutions, aclara respecto a las unidades de los resultados reportados en los informes A1919-19 OCC S S; A1920- 19 OCC S S; A1921-19 OCC S S; A1924-19 OCC S S; A1925-19 OCC S S; A1931-19 OCC S S; A1932- 19 OCC S S; A1934-19 OCC S S; A1935-19 OCC S S que en la columna denominada “UNIDAD” se indica las unidades en las cuales se encuentran expresados todos los parámetros analizados y su respectivo resultado. (Ver Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.2 Muestras MDC/ AGUA/ Aclaración Unidades Informes de Resultados).

Resultado del muestreo Río Pimampiro MDC 16

Tal como lo indica la tabla anterior uno de los parámetros que se encuentra fuera los LMP establecidos por la normativa ambiental (<2) es la DBO en la TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO, dando como resultado 15 mg/L, la Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para degradar las sustancias presente en el cuerpo de agua; por otro lado, la Demanda Química de Oxígeno se sobrepasa al LMP de la tabla 1 y 2 este parámetro mide la cantidad de sustancias susceptibles de ser oxidadas por medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación midiendo principalmente la concentración de materia orgánica, sin embargo, este sufre interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros, etc), que también se reflejan en la medida (Chacon et al., 2004). Por ello se indica que hay un excedente de materia orgánica presente en el punto de muestreo del Río Pimampiro.

En cuanto al resultado de TPH's (0.26 mg/L), sobrepasa el LPM establecido en la tabla 1 (0.2 mg/L), esto puede deberse a la presencia de las zonas boscosas, en las cuales, por sus condiciones específicas de clima templado, existe descomposición vegetal y la consiguiente formación de taninos (Lara, 2008).

3.1.13 Componente Paisaje

El paisaje se estudia de dos maneras: objetivamente, donde se clasifica al paisaje mediante un análisis de sus características; y subjetivamente, donde se valora el paisaje, emitiendo un juicio sobre él. La valoración del paisaje se realizó de manera subjetiva en función a la impresión que se genere este en el espectador, para lo cual un grupo multidisciplinario de profesionales, especializados en el área ambiental, biótica y social; se encargaron de precisar la calidad del paisaje presente en cada punto de observación, abarcando toda la cuenca visual donde se implementará el proyecto (Reevaluación MDC, 2017).

Para la determinación de la calidad paisajística se ha considerado oportuno incluir criterios estéticos y ecológicos. El valor estético del paisaje hace referencia a la preferencia visual del o los observadores. El valor ecológico del paisaje tiene que ver con las características ambientales del sitio: cubierta vegetal, rareza, número de estratos.

Debido a que en el sitio de implantación del proyecto de perforación no se pueden encontrar factores ecológicos fuera de lo común que conviertan al paisaje en Espectacular o Soberbio, se considerará solamente el valor extrínseco del conjunto del paisaje mediante cuencas visuales, sin embargo, para la calificación, también se tomaron en cuenta los valores intrínsecos como son: la naturalidad, variedad, singularidad / originalidad e integración antrópica pero de manera global; es decir, utilizando el Método Directo (Reevaluación MDC, 2017).

Metodología

La Metodología que se utilizó para realizar la Evaluación Cuantitativa del Paisaje es la propuesta por Conesa en 1995 (Anexo 2_Capítulo 3/ 2.1 Línea Base Física/ 2.1.10 Evaluación de Paisaje), la que se desarrolla a base de una valoración subjetiva directa que se realiza a partir de la contemplación del paisaje, adjudicándole un valor, en una escala de rango o de orden, utilizando una escala universal de valores absolutos. Los valores obtenidos se corrigen en función de la cercanía a un núcleo urbano, vías de comunicación, a la población potencial de observadores y a la accesibilidad a la zona del proyecto. La calidad del paisaje será función de la magnitud del valor relativo del paisaje, función que se encuentra representada gráficamente por la curva correspondiente (Conesa, 1995).

Tabla 3.1. 52 Calidad del paisaje

Paisaje	Va
Espectacular	16 a 25
Soberbio	8 a 16
Agradable	4 a 8
Distinguido	2 a 4
Vulgar	1 a 2
Feo	0 a 1

Fuente: Conesa, 1995.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

En el método de valoración se toman en cuenta, además de la valoración directa subjetiva del paisaje, los siguientes parámetros:

Tabla 3.1. 53 Valoración subjetiva del paisaje (habitantes)

Habitantes	P
1 – 1 000	1
1 000 – 2 000	2
2 000 – 4 000	3
4 000 – 8 000	4
8 000 – 16 000	5
16 000 – 50 000	6
50 000 – 100 000	7
100 000 – 500 000	8
500 000 – 1 000 000	9
> 1 000 000	10

Fuente: Conesa, 1995.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Tabla 3.1. 54 Valoración subjetiva del paisaje (distancia)

Distancia km	d
0 – 1	1
1 – 2	2
2 – 4	3
4 – 6	4
6 – 8	5
8 – 10	6
10 – 15	7
15 – 25	8
25 – 50	9
> 50	10

Fuente: Conesa, 1995.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Los valores obtenidos se corrigieron en función de la cercanía a núcleos urbanos, vías de comunicación, al tráfico en éstas, a la población potencial de observadores y a la accesibilidad a los puntos de observación, obteniéndose un valor relativo (V_R):

$$V_R = K * V_a$$

Siendo:

V_R = Valor relativo de paisaje.

V_a = Valoración absoluta a partir de la contemplación del paisaje.

$$K = 1, 125 (P/d * A_c * S)^{1/4}$$

Dónde:

P = Variable en función del tamaño medio de las poblaciones próximas.

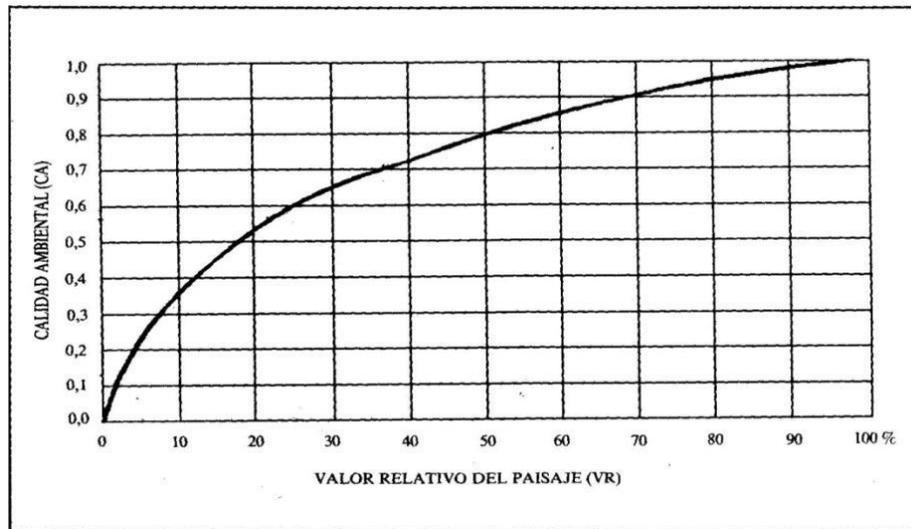
d = Variable en función de la distancia media en Km, a las poblaciones próximas.

A_c = Accesibilidad a los puntos de observación, o a la cuenca visual (Inmediata: 4, buena: 3, regular: 2, mala: 1, inaccesible: 0).

S = Superficie desde lo que es percibida la actuación (Muy grande: 4, grande: 3, pequeña: 2, muy pequeña: 1).

Para el valor V_R obtenido (que es expresado como un rango adimensional de 0 a 100), existe una función de transformación, de manera que cada magnitud obtenida expresada en porcentaje, se corresponde con una magnitud de calidad paisajística expresada en valores de 0 a 1.

Figura 3.1.92 Curva del valor relativo del paisaje.



Fuente: Conesa, 1995

Elaborado por: COSTECAM, 2019

La calidad del paisaje (V_a) será función de la magnitud del valor relativo del paisaje; para esto, se adoptó una escala de valores, obteniéndose los siguientes rangos:

- De 0,00 a 0,33 Calidad paisajística baja
- De 0,34 a 0,66 Calidad paisajística media
- De 0,67 a 1,00 Calidad paisajística alta

3.1.13.1 Análisis Paisajístico

En el análisis paisajístico se identificaron los principales parámetros para realizar la evaluación subjetiva directa del paisaje; al encontrarse las plataformas de estudio en condiciones similares sin mayor variación de su entorno, se tiene la siguiente evaluación:

Figura 3.1.93 Punto de observación paisaje



Tomado por: COSTECAM, 2019

El Bloque MDC se encuentra de manera general en un paisaje de llanura colinada con pendientes suaves que presenta una cobertura de bosque nativo y áreas empleadas para cultivos del sector.

Para la caracterización del paisaje de las plataformas MDC 70, MDC 80, MDC 03, se realizará el análisis desde el punto ubicado en la plataforma MDC 80 debido a que es un punto céntrico del área del Bloque MDC el cual mantiene condiciones similares a otras áreas no intervenidas por actividades del proyecto. Adicionalmente, no existe gran diferencia en el paisaje ni en los parámetros de evaluación de la calidad del paisaje por lo cual mantienen similar clasificación al resto de plataformas y áreas a intervenir. A continuación, se coloca la ubicación del punto de observación:

Tabla 3.1. 55 Coordenadas punto de observación paisaje

Referencia Punto	Ubicación Coordenadas (Sistema de referencia (WGS 84 Z18S))	
	X	Y
MDC80	297557	9958817

Elaborado por: COSTECAM, 2022

En este punto la calidad del paisaje tiene una valoración en el rango “Agradable” ($V_a = 4$). En lo referente a núcleos urbanos cercanos, la zona de estudio pertenece a la parroquia Unión Milagreaña que tiene una población aproximada de 2.900 habitantes, con dichos argumentos se asigna el valor de 3, en función del tamaño de la población más próxima ($p = 3$).

En cuanto a la distancia, el poblado más cercano a dichas plataformas es la comunidad 10 de Agosto ubicado a 3 km aproximadamente del punto de observación, por lo que se le asigna el valor de 3 ($d=3$).

Existen vías de acceso de tercer orden a las plataformas MDC 70, MDC 80, MDC 03 de buena calidad y accesibilidad visual por lo que su valor A_c sería 3 ($A_c=3$).

En lo referente a la cuenca visual de observación, tiene una valoración ($S = 2$) por no existir puntos altos de observación.

Tabla 3.1. 56 Índice de calidad del paisaje del área de estudio MDC

Punto de Observación 297557 E, 9958817 N	
VARIABLES	Valor
Va	4
p	3
d	3
A_c	3
S	2
Constante	1,125
p/d	1
K	1.7
Vr	6.7
ICA	0.25

Fuente: Conesa, 1995.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

Según la clasificación del Índice de Calidad Ambiental ICA se propone lo siguiente tabla:

Tabla 3.1. 57 Clasificación ICA

ICA	Valoración
0 – 0.33	BAJA
0.34 – 0.66	MEDIA
0.67 - 1	ALTA

Fuente: Conesa, 1995.

Elaborado por: COSTECAM, 2019

De acuerdo a la metodología propuesta, el valor relativo es 5.6 (V.R. = 5.6), lo que atribuye que la calidad paisajística de la zona es BAJA (ICA = 0.25).

Para las plataformas MDC 60 y MDC 16 que se encuentran en las comunidades Forestal Huamayacu y Santa Rosa respectivamente, no existe gran diferencia en el paisaje en los parámetros de evaluación de la calidad del paisaje por lo cual permanecerían de igual manera dentro de la valoración ICA baja.

Para determinar la fragilidad del paisaje, realizando el mismo análisis precedente, y considerando que el Bloque MDC se encuentra en la Fase de Desarrollo y Producción y que las actividades del proyecto se van a desarrollar dentro de las plataformas ya construidas y que se encuentran en

operación, no variaría la valoración subjetiva directa del paisaje, manteniéndose en “Agradable”, el paisaje se mantendría similar; por lo expuesto el paisaje no se considera frágil.

Los datos han sido comparados con la Reevaluación del Bloque MDC realizada en el año 2017.