

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA

CARRERA DE PETROQUÍMICA

**EVALUACIÓN DE PROPIEDADES DE MEDIOS NATURALES Y
ELEMENTOS CONTAMINANTES EN UNA ZONA DE SALCEDO
POTENCIALMENTE EN RIESGO A CAUSA DE INDUSTRIAS
TEXTILES.**

MUESTREO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

AUTOR: JARA CEVALLOS, KAREN MISHALL

DIRECTOR: URRUTIA GOYES, EDGAR RICARDO, Ph.D.



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

RECURSO HÍDRICO



CURTIEMBRE



PARÁMETROS FÍSICO - QUÍMICOS ANALIZADOS



- Aceites y Grasas
- Caudal
- Cromo total
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Demanda Química de Oxígeno
- Dureza total
- Oxígeno disuelto
- pH
- Sólidos totales
- Sulfatos
- Sulfuros
- Temperatura
- Tensoactivos

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar propiedades de medios naturales y elementos contaminantes en una zona de Salcedo potencialmente en riesgo a causa de industrias textiles.

OBJETIVO ESPECÍFICO 1

- Determinar las zonas potenciales para el estudio y sus características.

Actividad 1

- Reconocer los medios que podrían verse afectados en la zona.

Actividad 2

- Plantear las propiedades a estudiar en los medios y los contaminantes.

OBJETIVO ESPECÍFICO 2

- Realizar el proceso de obtención de muestras del medio seleccionado y preparar las mismas para su análisis posterior.

Actividad 1

- Obtener muestras del medio siguiendo normativas nacionales o Internacionales.

Actividad 2

- Transportar y almacenar las muestras según normativas vigentes.

INTRODUCCIÓN



METODOLOGÍA



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

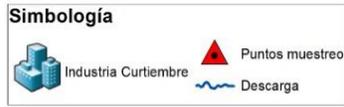
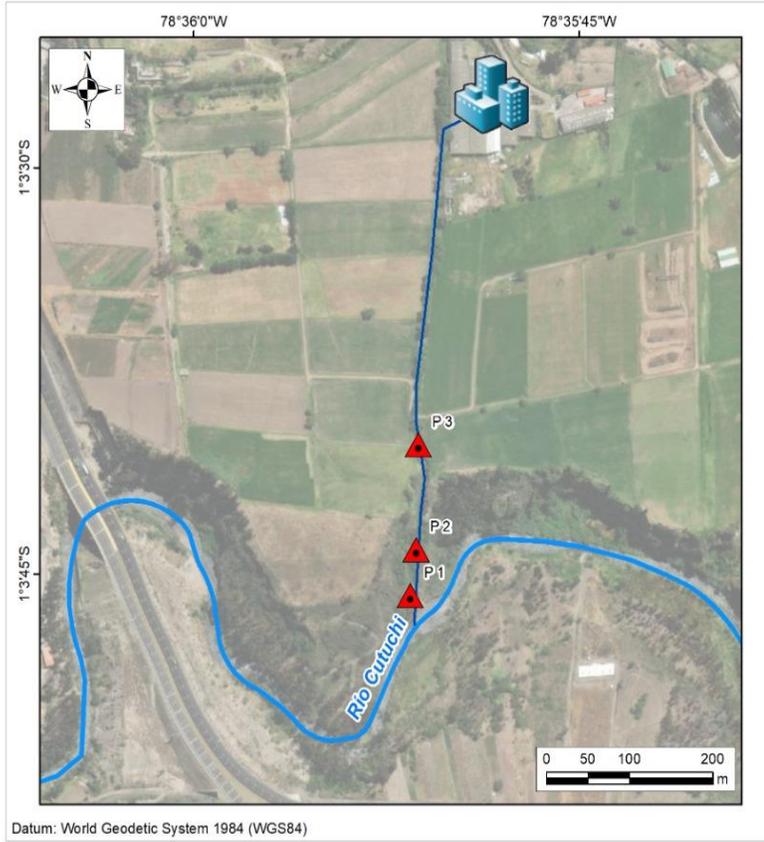


CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



UBICACIÓN

Ubicación geográfica de la zona de estudio. Mapa ArcGIS® 2021



Coordenadas de los Puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	Latitud	Dirección	Longitud	Dirección
1	1°03'45.8"	Sur	78°35'51.6"	Oeste
2	1°03'44.1"	Sur	78°35'51.3"	Oeste
3	1°03'40.2"	Sur	78°35'51.3"	Oeste

MUESTREO

ACEITES Y GRASAS

Botella ámbar de 1 L

1 mL Ácido sulfúrico

Llenar, etiquetar y almacenar



OXÍGENO DISUELTO

Recipiente winkler de 300 mL

1 mL Sulfato manganeso

1 mL Álcali-yoduro-azida

1 mL Ácido sulfúrico

Etiquetar y almacenar



SULFUROS

Recipiente winkler de 300 mL

Llenar, etiquetar y almacenar



DQO, DBO_5 , Cromo total, Sólidos totales, Sulfatos, Dureza total y Tensoactivos

Botella de plástico 3 L

Etiquetar y almacenar



PARÁMETROS ANALIZADOS IN SITU



Temperatura

Termómetro
infrarrojo

Precisión de $\pm 2^{\circ}\text{C}$



Caudal

Cronómetro
Recipiente
graduado



pH

Tiras de pH

ANÁLISIS QUÍMICO

- Volumetría
- Gravimetría
- Espectroscopia VIS
- Espectroscopia de horno de grafito



ANALISIS ESTADÍSTICO

- ANOVA
- Diseño factorial 3x3x2
- Software Minitab®
- Microsoft® Excel

Análisis estadístico para la concentración de cada parámetro en las muestras de agua obtenidas en San Miguel de Salcedo

Orden Est	Orden Corrida	A	B	C	Aceites y grasas (mg/L)	Cromo total (mg/L)	DBO5(mg/L)	DQO (mg/L)	Dureza total (mg/L)	O2 (mg/L)	Solidos totales (mg/L)	Sulfatos (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Tensoactivos (mg/L)	Caudal (L/s)	Temperatura (°C)	pH
1	1	9 am	P1	Martes	2.5	2.15	991	3,310.00	931	0	9,718.00	1,050.00	185	5.1	2.019	17.7	11
8	2	9 am	P3	Miércoles	2.5	2.27	1,021.00	3,730.00	980	0	10,048.00	1,150.00	175	4.8	4.645	18.2	11
15	3	12 pm	P2	Sábado	2.5	2.89	882	3,020.00	733	0	8,046.00	1,020.00	165	7.6	2.488	19.2	11
16	4	12 pm	P3	Martes	2.5	1.95	922	3,410.00	1,020.00	0	10,010.00	1,025.00	190	6.1	3.689	18.1	11
9	5	9 am	P3	Sábado	2.5	2.67	689	3,050.00	752	0	7,816.00	1,040.00	190	6.1	2.113	17.8	11
12	6	12 pm	P1	Sábado	2.5	2.83	957	2,980.00	762	0	8,000.00	1,000.00	173	7.1	2.752	18.5	11
6	7	9 am	P2	Sábado	2.5	3.24	733	2,880.00	752	0	7,782.00	1,040.00	176	6.4	2.484	17.5	11
2	8	9 am	P1	Miércoles	2.5	1.72	1,000.00	3,270.00	921	0	10,016.00	1,175.00	190	6.1	3.112	19.7	11
11	9	12 pm	P1	Miércoles	2.5	2.28	1,494.00	3,680.00	1,000.00	0	9,654.00	1,100.00	182	4.3	3.378	20.3	11
14	10	12 pm	P2	Miércoles	2.5	2.41	1,230.00	3,490.00	960	0	9,610.00	1,125.00	190	12.1	4.337	19.9	11
10	11	12 pm	P1	Martes	2.5	2.02	1,252.00	3,380.00	970	0	9,980.00	1,050.00	200	4.6	2.966	19.4	11
18	12	12 pm	P3	Sábado	2.5	3.14	693	3,300.00	743	0	8,090.00	960	186	7.4	1.026	19.1	11
5	13	9 am	P2	Miércoles	2.5	2.11	1,142.00	3,280.00	941	0	10,082.00	1125	184	7.7	3.718	18.2	11
17	14	12 pm	P3	Miércoles	2.5	2.13	1,293.00	3,520.00	1,020.00	0	9,552.00	1,125.00	197	6.2	4.89	20.8	11
4	15	9 am	P2	Martes	2.5	2.34	1,015.00	3,350.00	1,020.00	0	9,748.00	950	170	5.8	3.373	16.8	11
3	16	9 am	P1	Sábado	2.5	3.31	851	3,110.00	733	0	7,692.00	1,020.00	176	8.5	2.211	19.0	11
7	17	9 am	P3	Martes	2.5	2.12	1,081.00	3,350.00	1,010.00	0	9,740.00	1,025.00	192	5.0	1.734	17.1	11
13	18	12 pm	P2	Martes	2.5	2.11	950	3,230.00	1,000.00	0	10,030.00	1,075.00	160	7.1	4.178	18.1	11
19	19	9 am	P1	Martes	2.5	2.01	1,219.00	3,240.00	1,010.00	0	9,756.00	950	200	5.2	2.163	17.6	11
20	20	12 pm	P3	Miércoles	2.5	2.11	1,151.00	3,520.00	980	0	9,608.00	1,100.00	195	5.8	5.039	20.3	11

INTRODUCCIÓN



METODOLOGÍA



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

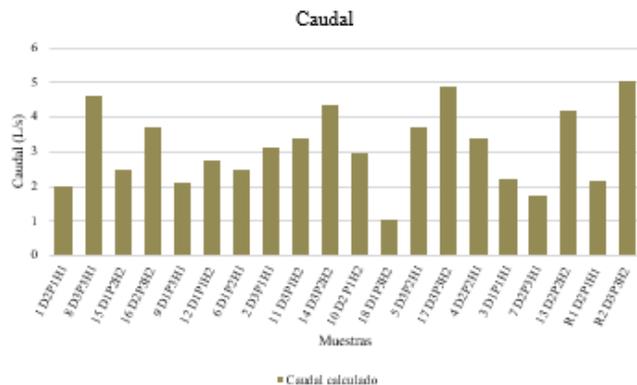


CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

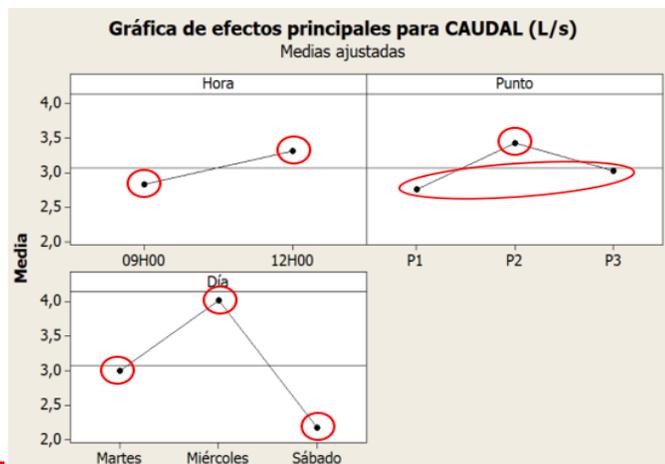


CAUDAL

Resultados de la concentración de Caudal



Gráfica de efectos principales para Caudal

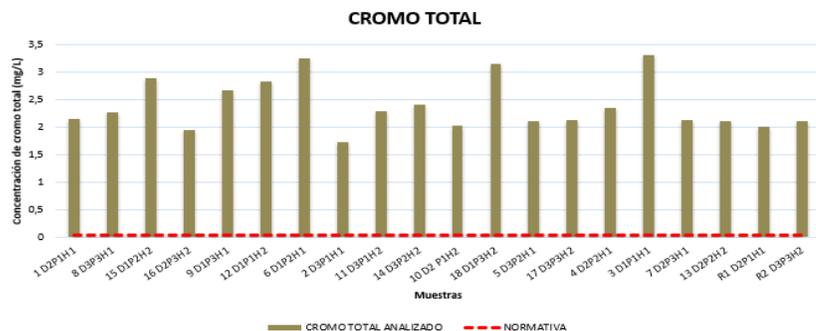


Análisis de varianza para el Caudal (L/s)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	1.0864	1.0864	101.21	0.010
Punto	2	1.4487	0.7243	67.48	0.015
Día	2	10.7575	5.3787	501.08	0.002
Hora*Punto	2	0.0222	0.0111	1.04	0.491
Hora*Día	2	1.5395	0.7698	71.71	0.014
Punto*Día	4	4.3551	1.0888	101.43	0.010
Hora*Punto*Día	4	1.1444	0.2861	26.05	0.036
Error	2	0.0215	0,0107		
Total	19				

CROMO TOTAL

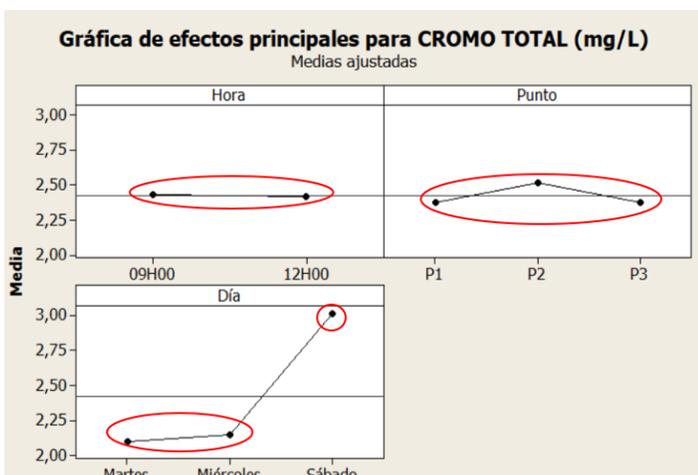
Resultados de la concentración de Cromo total en comparación con la normativa de TULSMA



Análisis de varianza para Cromo total

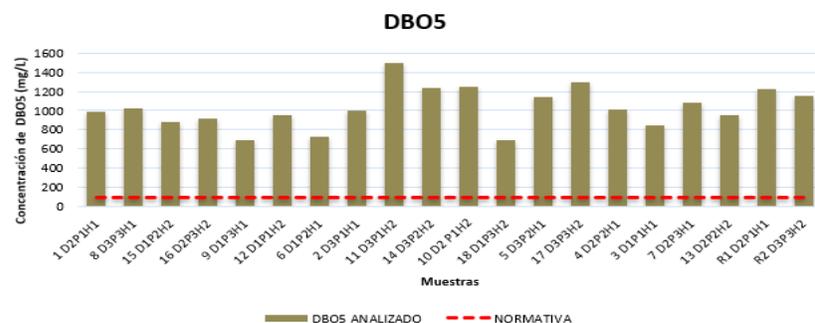
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	0.00071	0.00071	0.14	0.742
Punto	2	0.08168	0.04084	8.17	0.109
Día	2	3.23613	1.61806	323.61	0.003
Hora*Punto	2	0.01676	0.00838	1.68	0.374
Hora*Día	2	0.15133	0.07566	15.13	0.062
Punto*Día	4	0.07802	0.01951	3.90	0.214
Hora*Punto*Día	4	0.41441	0.10360	20.72	0.047
Error	2	0.01000	0.00500		
Total	19				

Gráfica de efectos principales para Cromo total

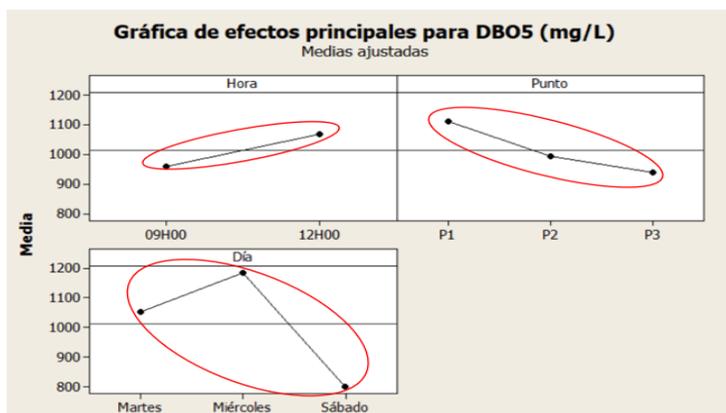


DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR 5 DÍAS (DBO₅)

Resultados de la concentración de DBO₅ en comparación con la normativa de TULSMA



Gráfica de efectos principales para DBO₅



Análisis de varianza para DBO₅

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	54,778.00	54,778.00	3.04	0.224
Punto	2	100,824.00	50,412.00	2.79	0.264
Día	2	473,677.00	236,839.00	13.13	0.071
Hora*Punto	2	50,433.00	25,216.00	1.40	0.417
Hora*Día	2	68,246.00	34,123.00	1.89	0.346
Punto*Día	4	15,866.00	3,966.00	0.22	0.907
Hora*Punto*Día	4	27,761.00	6,940.00	0.38	0.811
Error	2	36,074.00	18,037.00		
Total	19				

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Resultados de la concentración de DQO en comparación con la normativa de TULSMA

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

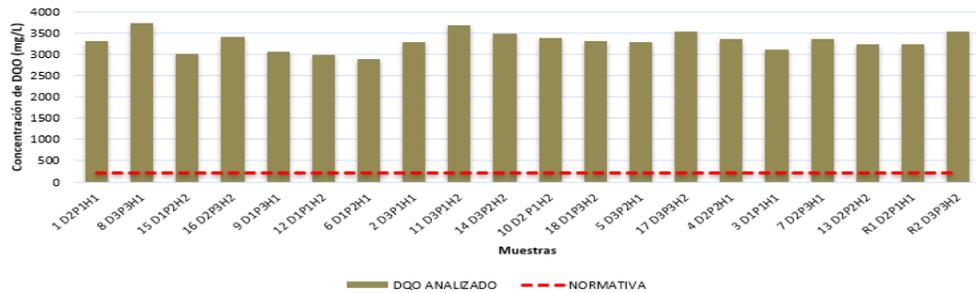
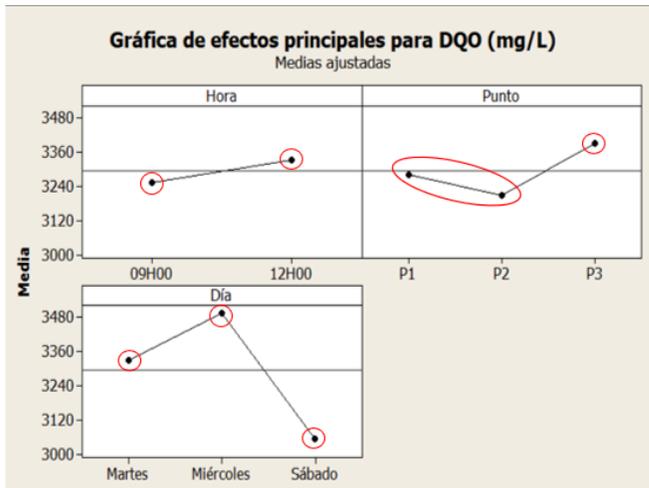


Gráfico de efectos principales para DQO

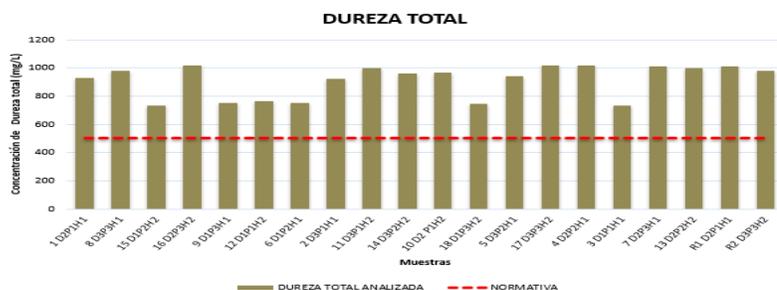


Análisis de varianza para DQO

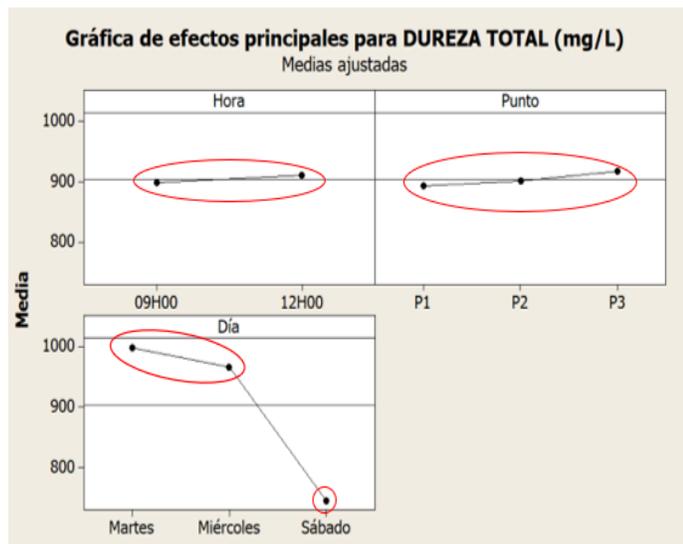
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	30,072.00	30,072.00	24.55	0.038
Punto	2	109,289.00	54,644.00	44.61	0.022
Día	2	611,027.00	3305,513.00	249.40	0.004
Hora*Punto	2	7,402.00	3,701.00	3.02	0.249
Hora*Día	2	12,232.00	6,116.00	4.99	0.167
Punto*Día	4	14,581.00	3,645.00	2.98	0.267
Hora*Punto*Día	4	158,600.00	39,650.00	32.37	0.030
Error	2	2,450.00	1,225.00		
Total	19				

DUREZA TOTAL

Resultados de la concentración de Dureza total en comparación con la normativa de TULSMA



Gráfica de efectos principales para Dureza total



Análisis de varianza para Dureza total

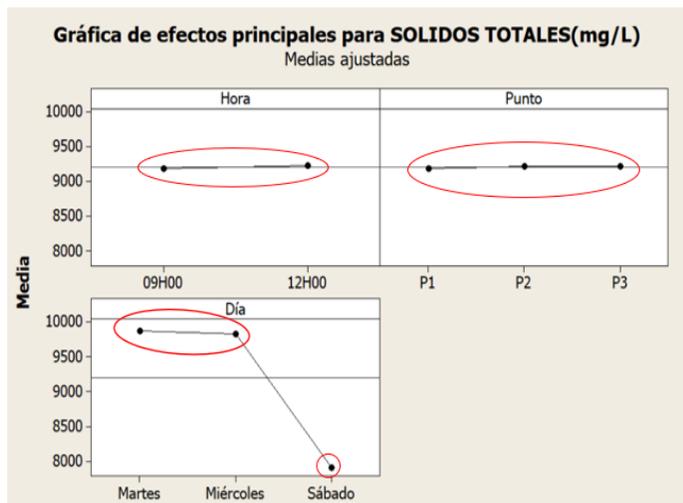
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	692	692	0.35	0.613
Punto	2	2,075.00	1,037.00	0.53	0.654
Día	2	234,082.00	117,041.00	59.71	0.016
Hora*Punto	2	1,491.00	746	0.38	0.724
Hora*Día	2	1,819.00	910	0.46	0.683
Punto*Día	4	2,428.00	607	0.31	0.854
Hora*Punto*Día	4	733	183	0.09	0.975
Error	2	3,921.00	1,960.00		
Total	19				

SÓLIDOS TOTALES

Resultados de la concentración de Sólidos totales en comparación con la normativa de TULSMA



Gráfica de efectos principales para Sólidos totales

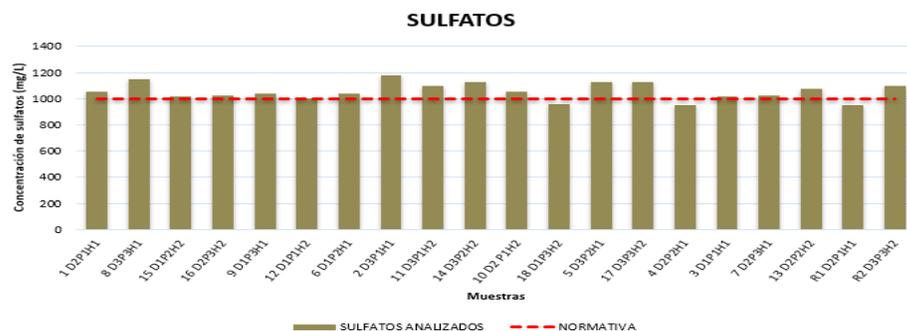


Análisis de varianza para Sólidos totales

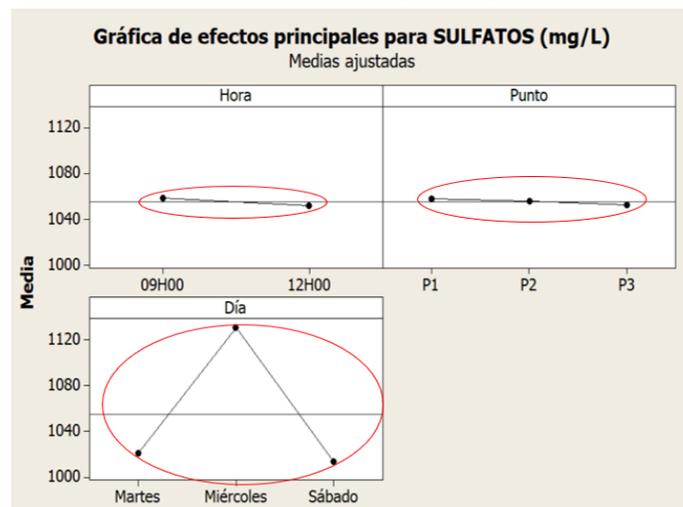
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	6,760.00	6,760.00	5.90	0.136
Punto	2	5,372.00	2,686.00	2.35	0.299
Día	2	15,627,760.00	7 813,880.00	6824.35	0.000
Hora*Punto	2	1,552.00	776	0.68	0.596
Hora*Día	2	537,924.00	268,962.00	234.90	0.004
Punto*Día	4	9,186.00	2,297.00	2.01	0.359
Hora*Punto*Día	4	3,769.00	942	0.82	0.613
Error	2	2,290.00	1,145.00		
Total	19				

SULFATOS

Resultados de la concentración de Sulfatos en comparación con la normativa de TULSMA



Gráfica de efectos principales para Sulfatos

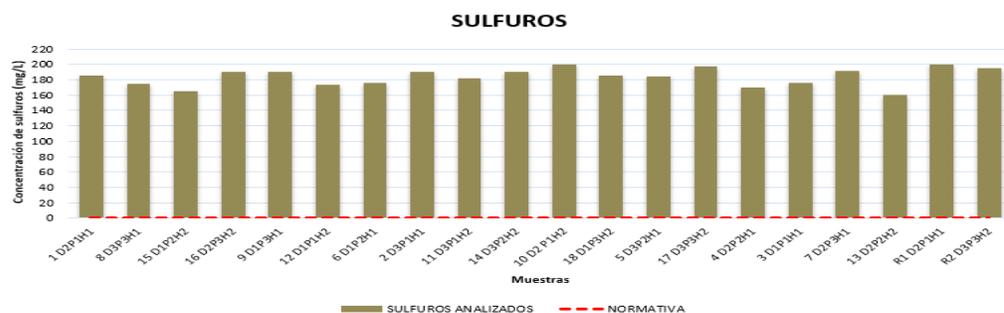


Análisis de varianza para Sulfatos

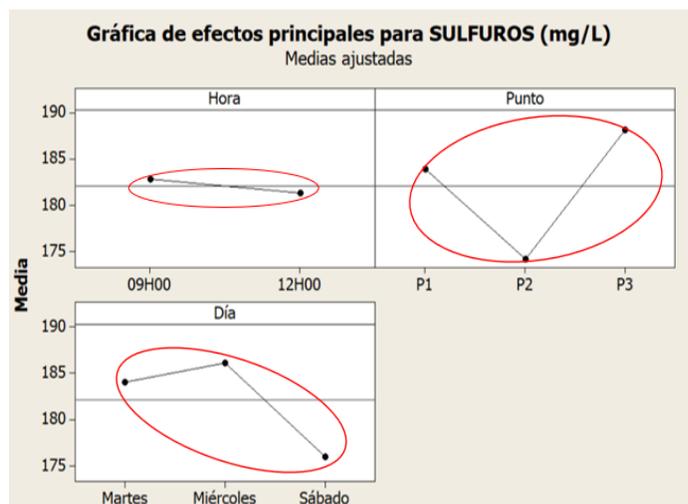
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	194	194	0.07	0.812
Punto	2	100	50	0.02	0.981
Día	2	56,079.00	28,040.00	10.56	0.087
Hora*Punto	2	4,442.00	2,221.00	0.84	0.545
Hora*Día	2	10,129.00	5,064.00	1.91	0.344
Punto*Día	4	1,213.00	303	0.11	0.965
Hora*Punto*Día	4	2,424.00	606	0.23	0.902
Error	2	5,313.00	2,656.00		
Total	19				

SULFUROS

Resultados de la concentración de Sulfuros en comparación con la normativa de TULSMA



Gráfica de Efectos principales para Sulfuros

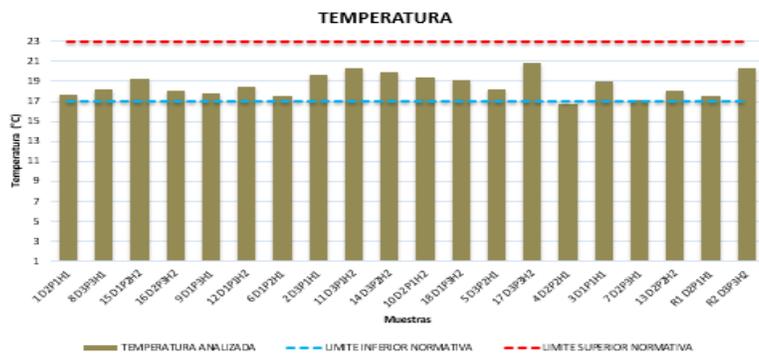


Análisis de varianza para Sulfuros

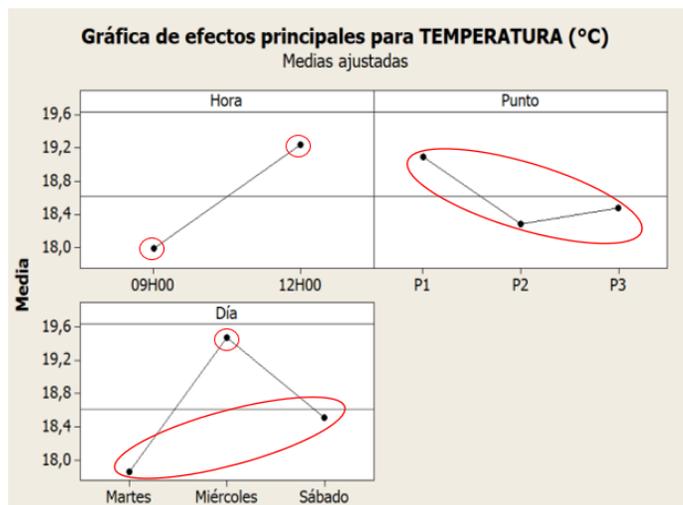
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	0.72	0.72	0.01	0.921
Punto	2	686.31	343.15	5.99	0.143
Día	2	243.07	121.53	2.12	0.320
Hora*Punto	2	80.32	40.16	0.70	0.588
Hora*Día	2	123.07	61.53	1.07	0.482
Punto*Día	4	860.20	215.05	3.76	0.221
Hora*Punto*Día	4	256.09	64.02	1.12	0.522
Error	2	114.50	57.25		
Total	19				

TEMPERATURA

Resultados de la Temperatura en comparación con la normativa de TULSMA



Gráfica de efectos principales para Temperatura

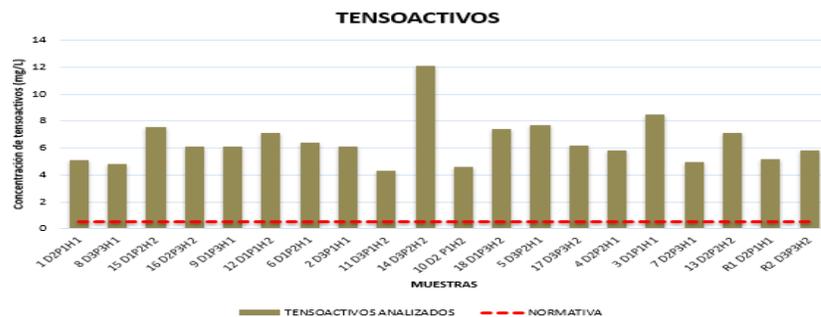


Análisis de varianza para Temperatura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	7.3788	7.3788	113.52	0.009
Punto	2	2.2731	1.1366	17.49	0.054
Día	2	8.6462	4.3231	66.51	0.015
Hora*Punto	2	0.9530	0.4765	7.33	0.120
Hora*Día	2	0.4239	0.2119	3.26	0.235
Punto*Día	4	0.3428	0.0857	1.32	0.474
Hora*Punto*Día	4	1.5990	0.3997	6.15	0.145
Error	2	0.1300	0.0650		
Total	19				

TENSOACTIVOS

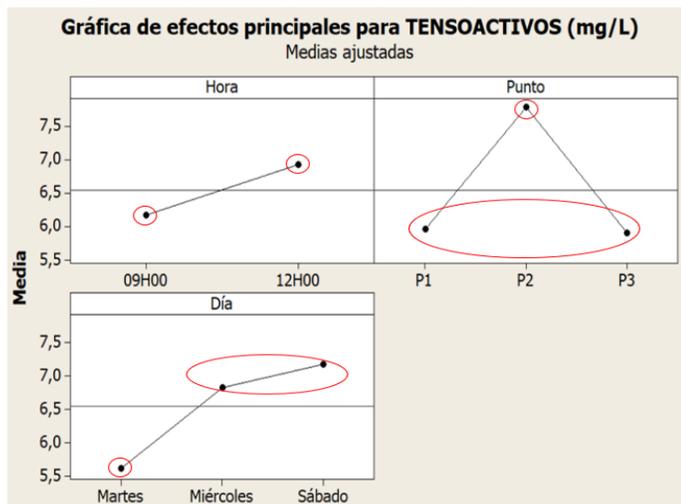
Resultados de la concentración de Tensoactivos en comparación con la normativa de TULSMA



Análisis de varianza para Tensoactivos

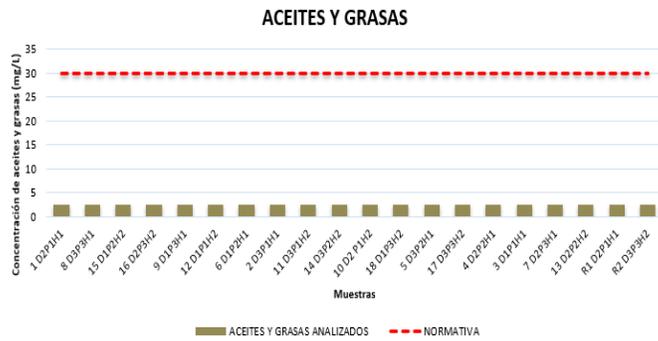
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	F	Valor-p
Hora	1	2.6801	2.6801	63.06	0.015
Punto	2	14.1558	7.0779	166.54	0.006
Día	2	8.5242	4.2621	100.28	0.010
Hora*Punto	2	10.4712	5.2356	123.19	0.008
Hora*Día	2	0.6858	0.3429	8.07	0.110
Punto*Día	4	18.5592	4.6398	109.17	0.009
Hora*Punto*Día	4	3.2115	0.8029	18.89	0.051
Error	2	0.0850	0.0425		
Total	19				

Gráfica de efectos principales para Tensoactivos

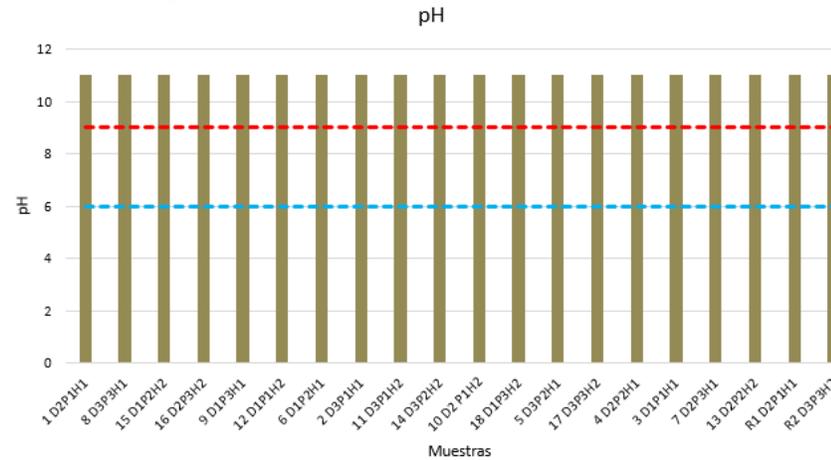


ACEITES Y GRASAS, pH, OXÍGENO DISUELTO

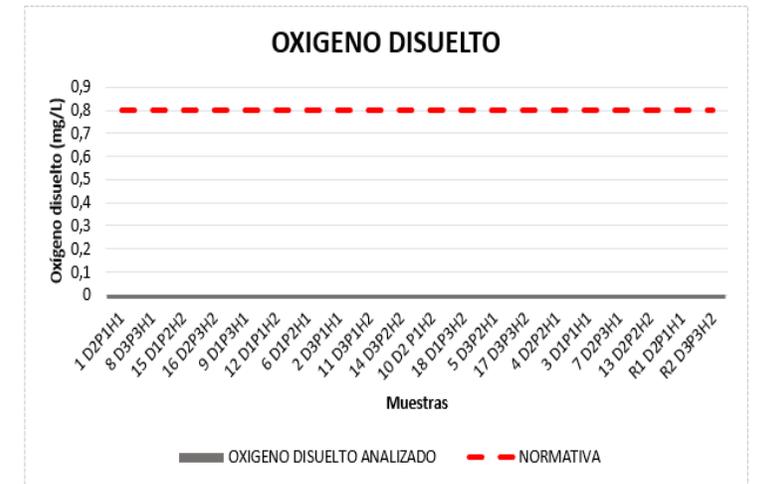
Resultados de la concentración de Aceites y Grasas en comparación con la normativa de TULSMA



Resultados de la concentración de pH en comparación con la normativa de TULSMA



Resultados de la concentración de Oxígeno disuelto en comparación con la normativa de TULSMA



INTRODUCCIÓN



METODOLOGÍA



RESULTADOS Y DISCUSIÓN



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

Se evaluaron las propiedades físico-químicas del agua residual y los elementos contaminantes en la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo potencialmente en riesgo a causa de industrias textiles.

Se determinó el agua residual proveniente de una curtiembre, como la **zona potencial para el estudio**, debido a que la contaminación que genera fue muy elevada. **Reconociendo así que el agua podría verse afectada** en la zona. Además, se **planteó las propiedades físico-químicas** a estudiar de acuerdo con el Código Internacional Industrial Uniforme (CIIU), descrito en el Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

CONCLUSIONES

Se realizó el proceso de **obtención de muestras de agua residual, almacenamiento y transporte**, de acuerdo con el con el libro “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.

Los análisis de **Aceites y grasas** mostraron que es el único parámetro, en el cual todos sus resultados están **bajo el límite máximo permisible**, de acuerdo a la normativa TULSMA. Debido a que los aceites y grasas suelen eliminarse en los residuos sólidos, por lo que su contenido en el agua residual no suele ser muy elevado.

CONCLUSIONES

El caudal promedio de la vertiente analizada fue 3.116 L/s. Mientras que el valor promedio del río Cutuchi de 9,640.00 L/s. El río Cutuchi podría no presentar saturación, debido a que la carga contaminante vertida por la curtiembre es baja por lo cual el río no tendría dificultad de absorber y neutralizar los contaminantes.

Los resultados de la **cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua residual fueron 0 mg/L**, lo que indica que es un agua anóxica; es decir, que la oxidación de la materia orgánica presente en el agua es mucho mayor que la cantidad de oxígeno disponible. Con ello se determina que el agua residual es de muy mala calidad, puede causar muchos problemas en la salud al ser consumida. Así mismo, en el agua de la vertiente no puede existir vida acuática.

CONCLUSIONES

En referencia al Anexo I del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA): Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua; las concentraciones obtenidas de **Cromo total, DQO, Sulfuros, Sólidos totales, Tensoactivos, Dureza total, y DBO₅**; **sobrepasan** el doble o el triple de los límites máximos permisibles lo que podría generar gases tóxicos, mal olor, deterioro de la vida acuática y silvestre.

Solo el 15% de las muestras analizadas cumplen la normativa referente a Sulfatos. La presencia de sulfatos en el agua residual produce mal olor, deteriora tuberías y equipos, disminuyendo su efectividad, tiempo de vida y corrosión de alcantarillas; por su facilidad de incrustarse.

CONCLUSIONES

Los valores de pH obtenidos fueron constantes e iguales a 11, en todos los puntos de muestreo. Esto indica que el agua residual proveniente de la curtiembre es de carácter básico, lo cual se debe a la presencia de iones bicarbonato, carbonato e hidróxido.

Los resultados estadísticos de Temperatura demuestran que en el factor Día se obtienen valores más elevados para el Miércoles, en relación con el Martes y Sábado. En el factor Hora se obtuvieron valores mas altos a las 12:00 en relación con las 9:00

RECOMENDACIONES

Realizar no solo el análisis de agua residual de la curtiembre, sino conjuntamente el análisis del suelo respectivo. Debido a que el suelo por donde es desechada el agua residual presenta una coloración azul, la cual podría indicar la elevada acumulación del cromo e infertilidad del suelo.

Se debe evitar tomar muestras de agua residual en zonas donde la agitación sea muy grande o el agua se encuentre estancada, para evitar resultados erróneos.

Realizar un pre tratamiento del agua residual de la curtiembre con la finalidad de reducir de la concentración de contaminantes presentes, antes de ser vertidas en el río Cutuchi, cumpliendo con la normativa vigente del país.

RECOMENDACIONES

Se recomienda dar a conocer a la población que se beneficia del agua del río Cutuchi que circula desde el Cantón San Miguel de Salcedo hacia Ambato, los índices de contaminación que produce la curtiembre. Esta agua no es apta para el consumo directo, para regar los sembríos, usos domésticos y alimentar a los animales por su alto nivel contaminación.

Se debe realizar análisis médicos de la población aledaña a la industria, para conocer los efectos que los contaminantes presentes en el agua residual generan sobre la salud de los pobladores.

GRACIAS