

## Determinación de Sólidos en el Río Santa de Huaraz, tramo Tacllán – Monterrey, mayo 2008 - mayo del 2009

Determination of solids in the River Santa of Huaraz, tramo Tacllán - Monterrey  
may 2008 - may of the 2009

Carlos Borromeo Poma<sup>1</sup>, Rosario Polo S<sup>1</sup>.

### RESUMEN

El problema que presentan en la actualidad los cuerpos receptores como el Río Santa es el incremento de materia orgánica e inorgánica proveniente de distintas fuentes tanto líquidas como sólidas. En tal sentido se realizó la identificación de 16 puntos de muestreo a lo largo del Río Santa en el tramo Tacllán – Monterrey; aplicando el método del “azar” con distancias aproximadamente de 500 m.

La evaluación de cada punto de muestreo se realizó en periodos determinados: En Invierno (Julio), en primavera (Septiembre), en verano (Enero-Febrero) y a inicios de otoño (Marzo), las muestras se trasladaron al laboratorio de Calidad Ambiental de la Facultad de Ciencias del Ambiente para su análisis y determinación tanto en época de lluvia como de estiaje.

Las muestras se analizaron de acuerdo a métodos estándares establecidos para aguas residuales; los resultados se compararon con valores de Estándares Nacionales e Internacionales, encontrándose que la cantidad de sólidos está por debajo de los Límites Máximos Permisibles, además los caudales se incrementan considerablemente en épocas de caída pluvial.

En base a los resultados se recomienda tomar medidas para disminuir y evitar la pérdida de uno de los cuerpos de agua más importantes para la región Ancash.

**Palabras clave:** sólidos, características, aguas residuales, tratamiento.

### ABSTRACT

The problem with currently receiving bodies such as the Santa River is the increase of organic and inorganic matter from different sources liquids or solids. In this sense the identification was made of 16 sampling points along the river Santa in Tacllán stretch - Monterrey, applying the method of "random" with distances of approximately 500 m.

The evaluation of each sampling was conducted during specific periods: winter (July), spring (September), summer (January-February) and early autumn (March), the samples were transported on Environmental Quality School of Environmental Sciences for analysis and determination both in the rainy season and low water.

The samples were analyzed according to methods established standards for water and the results were compared with values of national and international standards, finding that the amount of solids is below the maximum permissible limits, flows rates also increase significantly in periods of rainfall.

Based on the results is recommended to take measures to reduce and prevent the loss of one of the most important water bodies for the Ancash region.

**Key words:** solid, wastewater, characteristics, treatment.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias del Ambiente, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. cpomav@yahoo.com

## INTRODUCCION

El Río Santa, es uno de los cuerpos de agua más importantes en el departamento de Ancash y recorre los pueblos del callejón de Huaylas desde Conococha hasta el Océano Pacífico en el Distrito de Santa. En todo su recorrido sus aguas reciben residuos líquidos y sólidos de tipo doméstico, industrial, de actividades agrícolas, mineras, entre otras.

La determinación de los sólidos presentes en los cuerpos receptores y descargas de aguas residuales es de importancia para el ingeniero sanitario ya que evalúa el desempeño y control de las unidades de tratamiento tanto de aguas residuales como en agua potable; considerando que las medidas de sólidos en una gran variedad de líquidos y semilíquidos varían desde las aguas potables hasta de aguas contaminadas, desechos industriales, desagües y producción de lodos en procesos de tratamiento con fines de reúso, como agua para riego agrícola u otros fines; en caso contrario puede llevar al desarrollo de depósitos y generar condiciones anaeróbicas acompañadas de malos olores en el ambiente acuático descargado.

**La importancia de** determinar los diferentes tipos de sólidos en el Río Santa considerando las estaciones del año es determinar el caudal promedio del tramo en estudio. Las variaciones de los diferentes tipos de sólidos en el Río Santa en las diferentes estaciones del año: Invierno, Primavera, Verano y a inicios de Otoño para el análisis de laboratorio, como: Sólidos totales, suspendidos, sedimentables, filtrables, orgánicos e inorgánicos. En el trabajo se determinaron 16 puntos de

muestreo, desde la altura de la Garita de control policial de Taellán hasta Monterrey, tomándose en cada punto y por cada muestreo 2 Litros de muestra tanto en meses de estiaje como de precipitación pluvial, haciendo un total de 4 muestreos y análisis por punto. Los resultados obtenidos se interpretarán en relación a los Estándares Internacionales y Nacionales existentes y evaluar si estos son superiores a dichos estándares, para poder concluir y recomendar algunas medidas con el fin de disminuir y/o evitar el incremento de los sólidos en el Río Santa.

## MATERIALES Y METODOS

- Los materiales fueron de uso común de acuerdo a lo establecido en los métodos estandarizados de muestreo y análisis de aguas residuales.
  
- Determinación de los puntos de muestreo y toma de muestras:  
La técnica para la identificación de los puntos de muestreo se realizó al azar, considerando equidistancias de 500m, definiéndose en total 16 puntos de muestreo. La toma de muestra ha sido de tipo puntual, es decir, muestras que garanticen la conservación de las características del agua en tiempo y caudal, de acuerdo a los fines que persigue la investigación. En los periodos estacionales de Invierno(Muestreo 1), Primavera(Muestreo 2), Verano(Muestreo 3) y a inicios de Otoño(Muestreo 4).



Tabla 1: Puntos de muestreo

CÓDIGO	UBICACIÓN	ALTURA	POSICIÓN
RS-01	A 100 m. al Sur- oeste de la Garita de control de la PNP- Tacllán	3047 m.	18L 0221782 UTM 8944236
RS-02	Lugar denominado Challhua, a 150 m. hacia el Norte, del encuentro de la Av. Pedro Villón y el Río Santa	3042 m.	18L 0221802 UTM 8945210
RS-03	A 50 m. hacia el Sur del Puente de Calicanto, en el Río Santa	3043 m.	18L 0221588 UTM 8945798
RS-04	Al final de la ultima cuadra de la Av. Antonio Raymondi	3040m.	19L 0221680 UTM 8946010
RS-05	Al final del Pasaje "Belén" al Sur del Ex Campo Ferial de Huaraz	3022 m.	18L 0221607 UTM 8946626
RS-06	Al final del pasaje Soledad	3021 m.	18L 0222704 UTM 8947628
RS-07	A 8 m al Norte del encuentro río Cascapampa con el río Santa, puente "Santo Toribio"	3009 m.	18L 0221537 UTM 8948286
RS-08	Altura de la relavera de la Ex Planta Concentradora Santo Toribio	2996 m.	18L 0227312 UTM 8948816
RS-09	Altura de la Urbanización "La Alborada"	2991 m.	18L 0221139 UTM 8949064
RS-10	Altura del Recreo "Ríveras del Río Santa"	2984 m.	18L 0221040 UTM 8949678
RS-11	A 450 m. al Sur del Recreo "Riveras del Río Santa"	2980 m.	18L 0221199 UTM 8949948
RS-12	Capilla LLactash, aproximadamente a 400 m. hacia el Norte del puente "Silvia"	2967 m.	18L 0221300 UTM 8950420
RS-13	A 150 m. hacia el Sur del puente "Silvia"	2952 m.	18L 0221884 UTM 8950874
RS-14	Altura de la tapicería	2949 m.	18L 0221515 UTM 8951072
RS-15	Al final de la Calle, frente al Grifo "Monterrey" (Ferreyros)	2945 m.	18L 0221183 UTM 8951578
RS-16	Pasaje hacia el río Santa, frente a los depósitos de la Empresa "Cristal"	2944 m.	18L 0221239 UTM 8951992

o **Manipulación y preservación de la muestra:**

Se han usado botellas de plástico de un litro de capacidad, teniendo siempre en cuenta que el material en suspensión no debe adherirse a las paredes del recipiente. No fue necesario el uso de hielo como preservante porque el análisis se realizó en el tiempo más breve posible. Sólo cuando el tiempo entre la toma de muestra y el análisis es considerable más de 24 horas debe refrigerar a 4° C hasta realizar el análisis, para reducir al mínimo la descomposición microbiológica de los sólidos.<sup>1</sup>

o **Determinación del caudal:**

La metodología para la determinación del caudal en cada punto de muestreo, fue determinar la velocidad de las aguas con un correntómetro a 1 y 2 metros de la rivera del Río; para determinar el área se consideró, como si el área fuese semejante al del trapecio regular, midiéndose el ancho de rivera a rivera y la profundidad a 2 metros de cada ribera.

o **Determinación de los métodos para el análisis de las muestras:**

Los métodos para los análisis de sólidos se han realizado según "Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales", siendo:

- Determinación de Sólidos Totales secados a 103 – 105° C, según el procedimiento de la Técnica: 2540B.
  - **Determinación de Sólidos Totales Disueltos** secados a 180 ° C, según el procedimiento de la Técnica 2540C.
  - **Determinación de Sólidos Totales** en Suspensión secados a 103 - 105° C, según el procedimiento de la Técnica 2540D.
  - **Determinación de Sólidos Fijos y Volátiles Incinerados a 550° C**, según el procedimiento de la Técnica 2540E.
  - **Determinación de Sólidos Sedimentables**, según el procedimiento de la Técnica 2540F.
- Los Estándares de comparación adoptados no cuentan con todos los parámetros de estudio, por lo que sólo se comparan los resultados, con los existentes:

**Tabla 2.** Estándar de Canadá

Parámetro evaluado	Estándar de comparación	Fuente
STD	500	Canadian Environmental Quality Guideline (December, 2003)

STS ---  
Fuente: Canadian Environmental Quality Guideline<sup>2</sup>

**Tabla 3.** Estándar de Calidad de Agua Potable de la OMS

Sustancias	Valores Guía	Efectos
STD	1000 mg./l	Sabor, irritación gastrointestinal

Fuente: Truque B. Paola Andrea<sup>3</sup>

**Tabla N° 4.** Límites Máximos Permisibles para contaminantes básicos (México)

Parámetros mg./l	Ríos			Embalses Naturales y artificiales				Aguas Costeras						
	Uso en riego agrícola		Uso público urbano	Protección de vida acuática		Uso en riego agrícola		Uso público urbano	Explotación pesquera, navegación y otros usos		Recreación (B)		Estuarios (B)	
	(A)	(A)	(B)	(C)	(B)	(C)	(A)	(B)	(B)	(B)	(B)	(B)		
Sólidos sedimentables	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	P.M. P.D.	
SST	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	1 2	
	150 200	75 125	40 60	75 125	40 60	100 175	75 125	75 80						

P.D = Promedio diario, P.M = Promedio mensual.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996<sup>4</sup>



➤ **Para sólidos suspendidos:** Se puede contar con las siguientes Normas de comparación:

- Las recomendaciones propuestas por SUNASS para aguas destinadas al consumo humano, de acuerdo a DIGESA GESTA AGUA<sup>5</sup>, son:

\*A1: 25 mg. /l                      \*A2: 50 mg. /l

\*A1: Aguas utilizadas para abastecimiento de poblaciones con simple desinfección.

\*A2: Aguas utilizadas para abastecimiento poblacional con tratamiento convencional.

➤ En el análisis o sustento de la propuesta nacional hecha por el Grupo Conservación del Ambiente; se establece una concentración de 150 mg. /l de sólidos suspendidos totales para aguas

destinadas al riego<sup>6</sup>.

➤ La Norma para prevenir la Contaminación Ambiental de Paraguay establece una concentración máxima de 700 mg./l de sólidos suspendidos totales para aguas destinadas al riego de hortalizas o plantas frutícolas u otros cultivos destinados al consumo humano en forma natural<sup>6</sup>.

➤ El anteproyecto de Norma de Calidad para la Protección de las aguas continentales superficiales de Chile establece una concentración de 30 mg. /l de sólidos suspendidos totales para aguas destinadas al riego irrestricto<sup>6</sup>.

➤ La FAO establece una concentración de < 50 mg. /l de sólidos en suspensión para aguas destinadas al riego<sup>6</sup>.

**RESULTADOS**

Para la obtención de los datos, se definieron los puntos de muestreo, toma de muestras y análisis en laboratorio.

**Tabla 6.** Primer Muestreo – invierno (25/07 y 30/07 del 2008)

Muestra	Hora AM.	Caudal m <sup>3</sup> /s	Sólidos Totales 1 mg/l	Sólidos Suspendidos 1 mg/l	Sólidos Sedimentables 1 mg/l	Sólidos Disueltos Totales 1 mg/l	Sólidos Fijos 1 mg/l	Sólidos Volátiles 1 mg/l
RS-01	09:30	38.0	198	85	0.1	113	149	49
RS-02	09:57	38.5	205	83.2	0.1	121.8	154	51
RS-03	10:20	39.0	200	86.2	0.1	113.8	149	51
RS-04	10:40	38.7	209	93.4	0.1	115.6	145	64
RS-05	11:00	52.0	189.5	81.6	0.1	107.9	137.5	52
RS-06	11:25	52.0	188.9	79.3	0.1	109.6	137.9	51
RS-07	12:40	61.1	202	71.7	0.1	130.3	149	53
RS-08	12:25	61.0	200	70.4	0.1	129.6	152	48
RS-09	12:19	61.2	224	78.9	0.2	145.1	173	51
RS-10	11:48	60.0	264	119.5	0.2	144.5	206	58
RS-11	11:00	60.8	250	102.2	0.3	147.8	194	56
RS-12	10:42	60.6	255	140.7	0.1	114.3	196	59
RS-13	10:22	61.2	214	85.4	0.1	128.6	162	52
RS-14	10:15	61.0	223	78.3	0.2	144.7	169	54
RS-15	09:52	62.0	210	82.9	0.1	127.1	159	51
RS-16	09:30	61.7	194	76.1	0.1	117.9	132	62
Promedio		<b>53.90</b>	<b>214.15</b>	<b>88.425</b>	<b>0.131</b>	<b>125.725</b>	<b>160.275</b>	<b>53.875</b>
		<b>9.715</b>	<b>23.384</b>	<b>18.396</b>	<b>0.060</b>	<b>13.694</b>	<b>22.043</b>	<b>4.646</b>

Tabla 7. Segundo Muestreo - primavera (27/09 y 29/09 del 2008)

Muestra	Hora AM.	Caudal	Sólidos	Sólidos	Sólidos	Sólidos	Sólidos	Sólidos
			Totales	Suspendidos	Sedimentables	Disueltos	Fijos	Volátiles
		m <sup>3</sup> /s	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
RS-01	09:24	57	223	111	0.1	112	173	50
RS-02	9.48	56	229	109	0.3	120	180	49
RS-03	10:07	57	207	93	0.2	114	159	48
RS-04	10:30	58	269	153.8	0.1	115.2	205	64
RS-05	10:44	71	219	103.4	0.1	115.6	179	40
RS-06	11:00	73	298	180.8	0.2	117.2	223	75
RS-07	11:55	84	214	95.2	0.1	118.8	168	46
RS-08	11:28	83	218	105.2	0.4	112.8	152	66
RS-09	11:17	84	296	179.3	0.4	116.7	233	63
RS-10	10:49	81	266	152.7	0.2	113.3	205	61
RS-11	10:30	82	300	185.8	0.4	114.2	250	50
RS-12	10:10	83	315	199.9	0.3	115.1	246	69
RS-13	09:54	82	216	100.7	0.3	115.3	163	53
RS-14	09:40	82	204	88.4	0.1	115.6	163	41
RS-15	09:25	83	205	88.6	0.4	116.4	151	54
RS-16	09:08	83	191	73.7	0.5	117.3	134	57
<b>Promedio</b>		<b>74.40</b>	<b>241.875</b>	<b>126.281</b>	<b>0.256</b>	<b>115.594</b>	<b>186.5</b>	<b>55.375</b>
		<b>11.065</b>	<b>41.460</b>	<b>41.672</b>	<b>0.136</b>	<b>2.129</b>	<b>36.002</b>	<b>10.138</b>



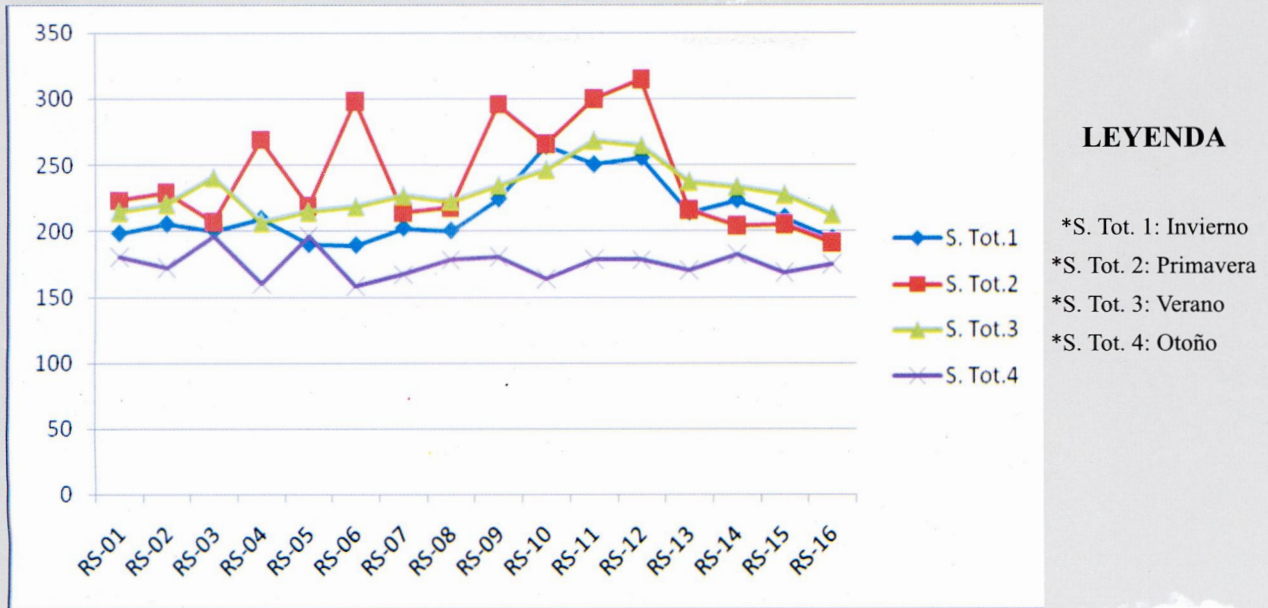
Tabla 8. Tercer Muestreo - verano (30/01 y 04/02 del 2009)

Muestra	Hora AM.	Caudal m <sup>3</sup> /s	Sólidos Totales 3	Sólidos Suspendedos 3	Sólidos Sedimentables 3	Sólidos Disueltos Totales 3	Sólidos Fijos 3	Sólidos Volátiles 3
			mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
RS-01	09:35	93	215	107	0.5	108	149	66
RS-02	09:54	92	221	105	0.5	116	147	74
RS-03	10:18	94	241	108	0.5	133	187	54
RS-04	10:31	93	207	105	0.4	102	148	59
RS-05	10:51	118	215	99	0.7	115	160	55
RS-06	11:05	117	219	133	0.3	86	177	42
RS-07	11:13	135	227	103	0.5	124	185	42
RS-08	11:45	136	223	108	0.5	115	168	55
RS-09	11:52	135	235	142	0.4	93	177	58
RS-10	11:55	135	247	142	0.2	105	188	59
RS-11	11:36	136	269	210	0.2	129	212	57
RS-12	10:45	137	265	213	0.3	122	216	49
RS-13	10:26	136	238	111	0.4	127	177	61
RS-14	10:17	138	234	101	0.4	133	174	60
RS-15	09:55	137	228	102	0.4	126	157	71
RS-16	09:39	137	213	98	0.4	115	151	62
Promedio		122.20	231.063	124.188	0.413	115.563	173.313	57.75
		18.76	17.842	36.962	0.126	13.851	21.281	8.745

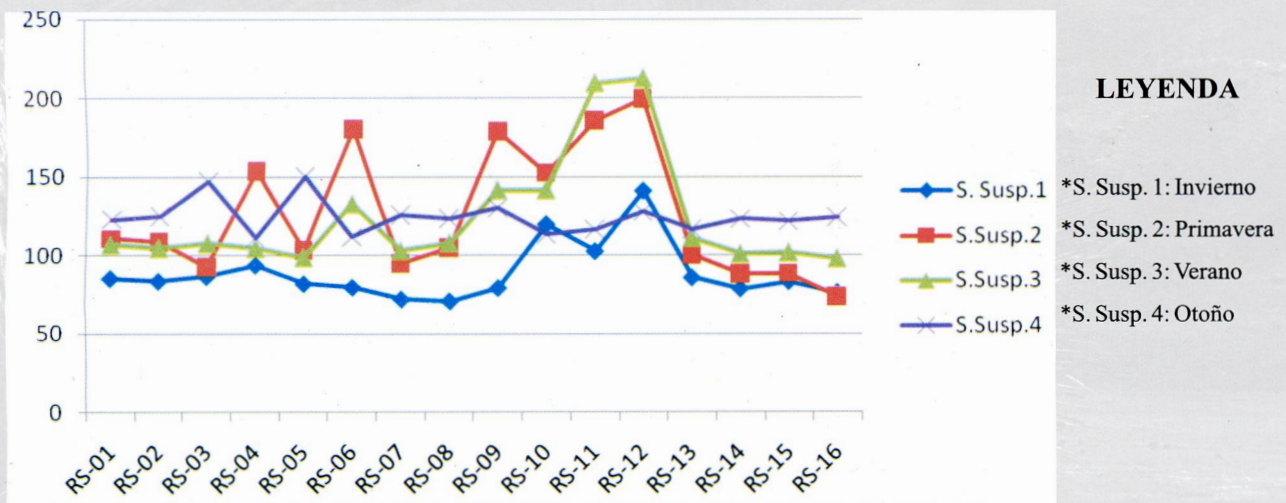
Tabla 9. Cuarto Muestreo - otoño (20/03 y 26/03 del 2009)

Muestra	Hora AM.	Caudal m <sup>3</sup> /s	Sólidos Totales 4 mg/l	Sólidos Suspendidos 4 mg/l	Sólidos Sedimentables 4 mg/l	Sólidos Disueltos Totales 4 mg/l	Sólidos Fijos 4 mg/l	Sólidos Volátiles 4 mg/l
RS-01	11:14	102	180	123.1	0.3	56.9	120	64
RS-02	11:34	101	172	125.1	0.3	46.9	96	76
RS-03	11:51	103	196	146.8	0.4	49.2	130	66
RS-04	12:02	104	160	111.3	0.3	48.7	108	52
RS-05	12:18	131	196	150.2	0.4	45.8	112	84
RS-06	12:32	133	158	111.8	0.4	46.2	108	50
RS-07	13:43	152	167	125.6	0.1	40.4	115	52
RS-08	13:33	153	178	123.5	0.1	54.5	112	66
RS-09	13:00	154	180.2	130.2	0.2	58	116.2	64
RS-10	12:25	154	163.6	113.6	0.2	55	107.6	56
RS-11	11:55	153	178.5	116.5	0.1	62	106.5	72
RS-12	11:35	154	178	127.7	0.2	50.3	116	62
RS-13	11:16	155	170	116.5	0.2	53.5	108	62
RS-14	11:10	154	182	123.2	0.1	58.8	108	74
RS-15	10:47	153	168.5	121.6	0.2	46.9	108.5	60
RS-16	10:30	154	175	124.2	0.1	50.8	109	66
Promedio		137.13	175.175	124.431	0.225	51.494	111.3	64.125
		22.181	10.945	10.947	0.113	5.781	7.365	9.280





**Figura 1. Variación de sólidos totales en el Río Santa por estación del año en el tramo Taclán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009:** Debido a la precipitación pluvial, el contenido de sólidos totales es alto por la erosión y arrastre de otros tipos de sólidos, que disminuyen en los meses de enero y marzo.



**Figura 2. Variación de sólidos suspendidos en el Río Santa por estación del año en el tramo Taclán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009:** Se observa que en época de estiaje no es variado, pero a inicios de caída pluvial hay una variación considerable, por el arrastre de sólidos de las riveras, micro cuencas y ríos aportantes.



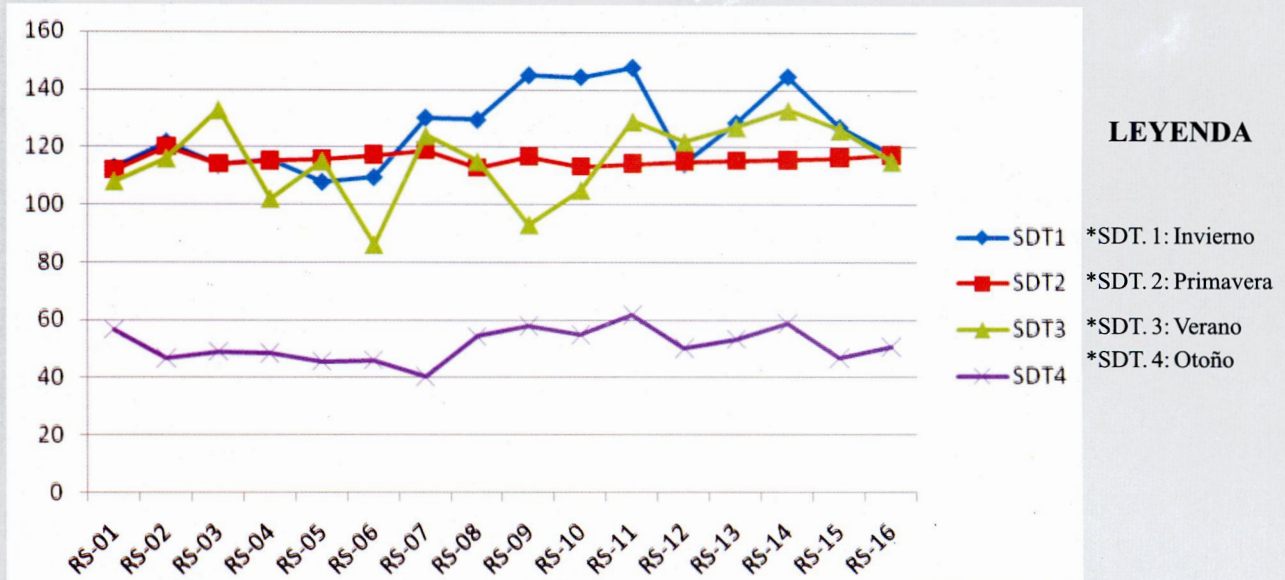


Figura 3. Variación de sólidos disueltos totales en el Río Santa por estación del año en el tramo Tacllán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009: Se observa mayor contenido de sólidos disueltos en la época de estiaje mientras que en época de lluvia disminuye.

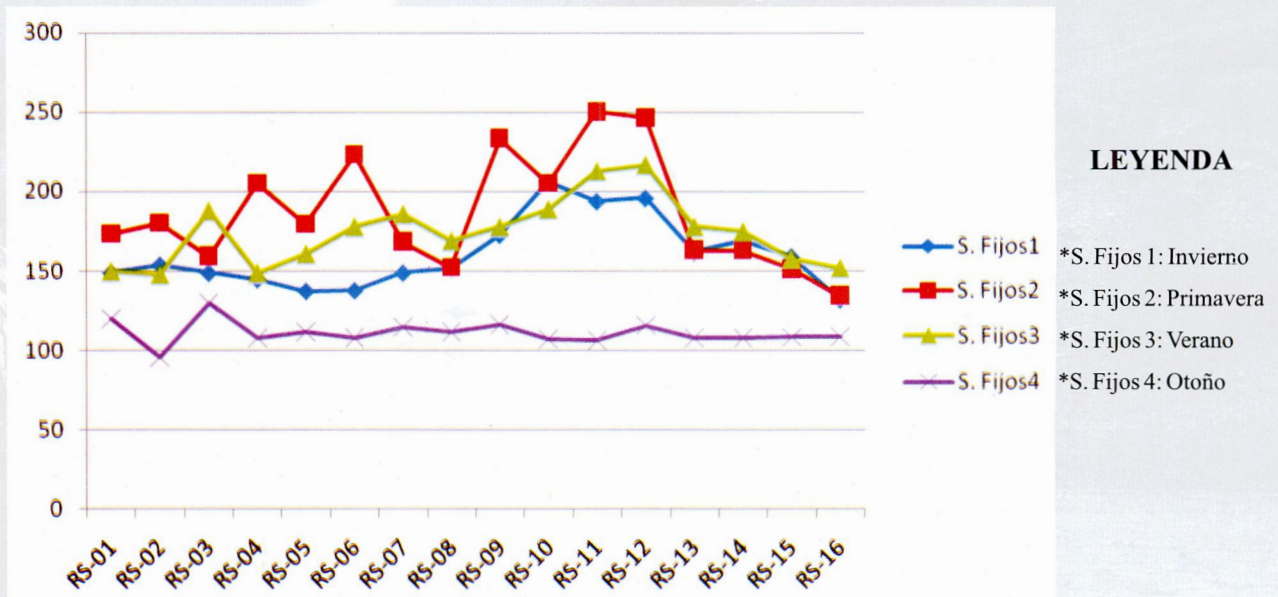


Figura 4. Variación de sólidos fijos o inorgánicos en el Río Santa por estación del año en el tramo Tacllán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009: Al inicio de la precipitación pluvial el contenido es bajo, luego se incrementa. En época de mayor precipitación pluvial los valores son muy variados.



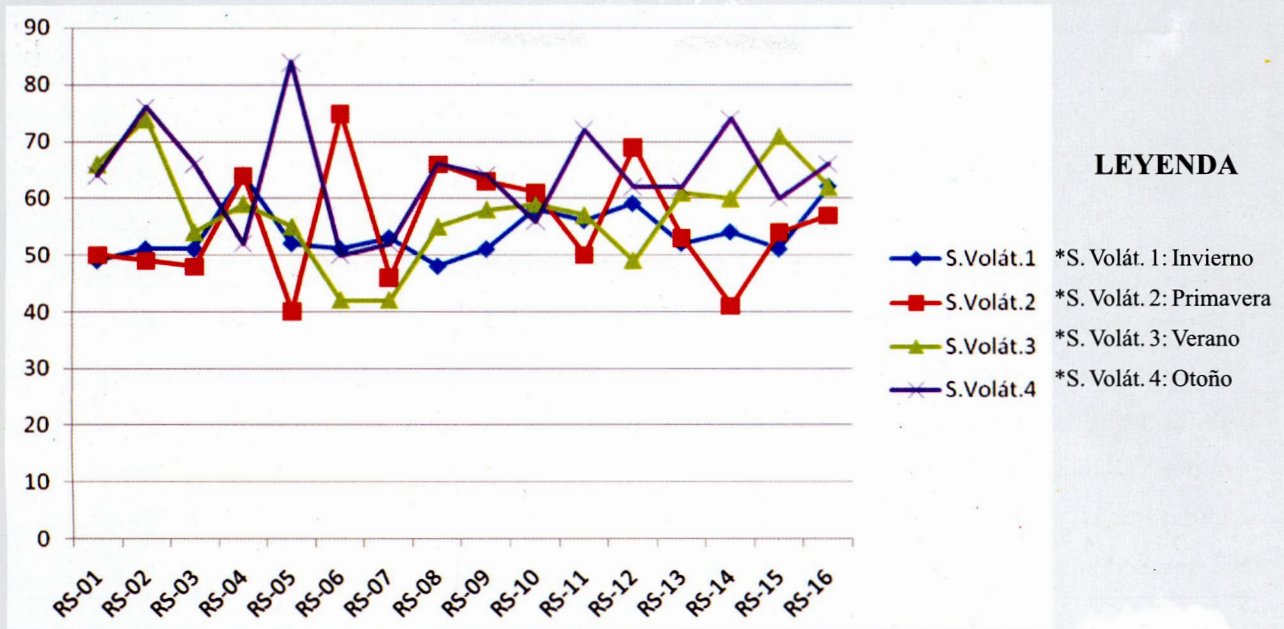


Figura 5. Variación de sólidos volátiles (orgánicos) en el Río Santa por estación del año en el tramo Taclán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009: Se observa que la cantidad de sólidos en los diversos muestreos es muy variada.

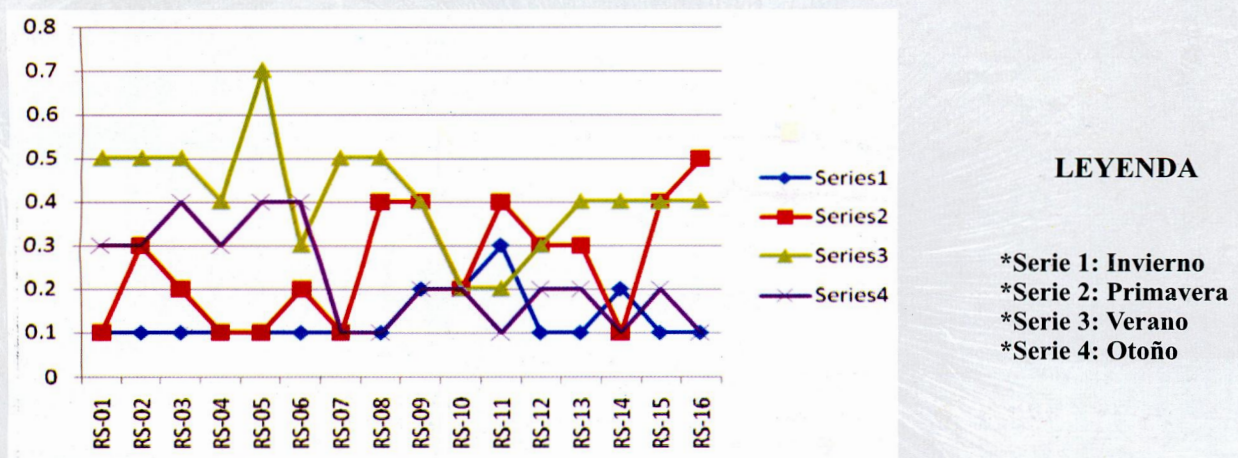
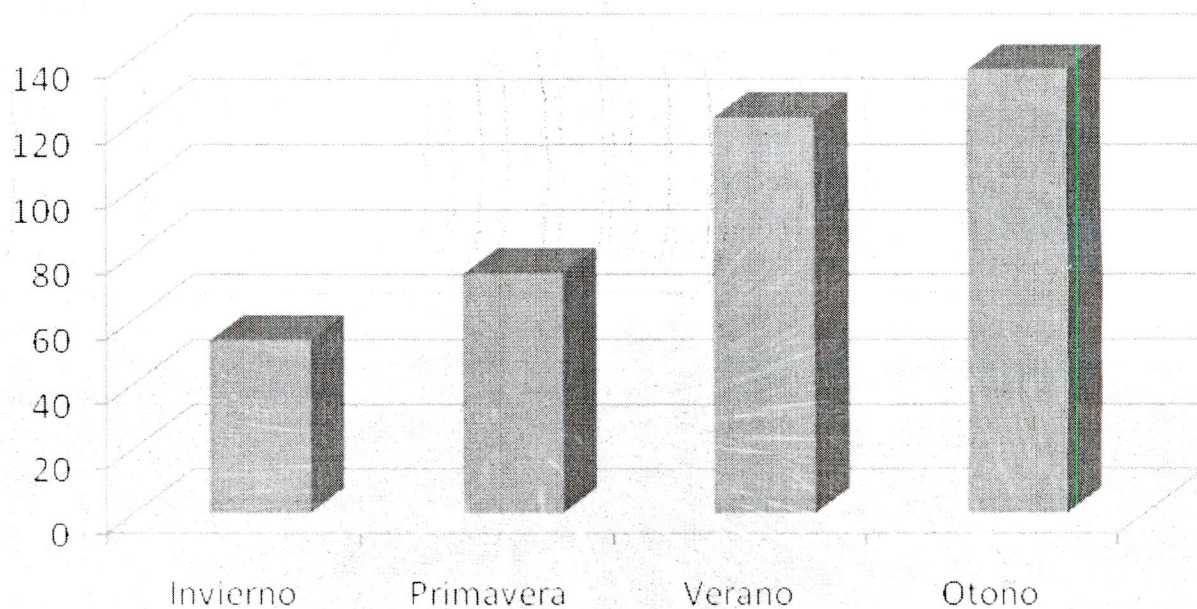


Figura 6. Variación de sólidos sedimentables en el Río Santa por estación del año en el tramo Taclán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009: Se puede observar valores altos en el Tercer muestreo debido a las lluvias del mes de enero. En general se puede observar que en los cuatro muestreos hay mucha variación.



**Tabla 10.** Promedio de los resultados de los diferentes tipos de sólidos en el tramo Taclán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009:

Parámetros	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
	Muestreo	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Sólidos Totales	214.15	241.88	231.06	175.18
Sólidos Suspendidos	88.43	126.28	124.19	124.43
Sólidos Disueltos Totales	125.73	115.59	115.56	51.49
Sólidos Fijos (Inorgánicos)	160.28	186.50	173.31	111.30
Sólidos Volátiles (Orgánicos)	53.88	55.38	57.75	64.13
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	53.90	74.40	122.20	137.13
Sólidos Sedimentables (ml/l/hr)	0.131	0.256	0.413	0.225



**Figura 7.** Variación del caudal promedio en el Río Santa por estación del año en el tramo Taclán – Monterrey, mayo 2008 – mayo 2009: Nos muestra los cambios del caudal promedio en cada estación del año, como: Invierno(Muestreo 1), Primavera(Muestreo 2), Verano(Muestreo 3) y Otoño(Muestreo 4). **Debido a los trámites administrativos de la universidad el tiempo de muestreo se retrasó, y no se pudo empezar en el mes de mayo como estaba programado.**



## DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis se compararon con los Estándares Internacionales y Nacionales, sólo considerando los parámetros contemplados en ellos, sin embargo se ha tomado en cuenta que las aguas del Río Santa según la Ley General de Aguas del Perú es de Clase II<sup>7</sup>, pero no se ha encontrado estándares exclusivos para los mismos, por lo que hacemos referencia también a estándares sobre aguas residuales domésticas, debido a que el Río Santa recibe a lo largo de su recorrido todas las aguas residuales domésticas de los pueblos ubicadas en sus riveras, como es el caso de la ciudad de Huaraz.

De acuerdo a los resultados existe variación en la cantidad de sólidos totales en el agua en función de las estaciones del año, haciéndose más grande cuanto mayor precipitación pluvial existe y va disminuyendo su contenido cuando el tiempo de lluvia va pasando. Esto se debe principalmente a la erosión pluviosa y arrastre de otros sólidos, para este parámetro evaluado no se ha encontrado estándares de comparación. En cuanto a la presencia de sólidos suspendidos totales en los puntos de muestreo no es variada en época de estiaje, pero a inicios de la caída de lluvia hay variación considerable debido al arrastre de sólidos de las riveras y otras fuentes. Teniendo en cuenta lo establecido por la FAO, la cantidad de Sólidos Suspendidos Totales es alto en el Río Santa sobre todo si está destinada el agua para uso público y vida acuática.

Con respecto a los Sólidos Disueltos Totales, estos son mayores en época de estiaje que en época de lluvia, ya que la concentración de sólidos disueltos disminuye; comparándolos con los Estándares Nacionales e Internacionales estos sólidos están por debajo de lo indicado.

Con respecto a los Sólidos Volátiles y Fijos Inorgánicos estos son muy variados en todo el año y no se ha encontrado estándares de comparación.

En cuanto a los Sólidos Sedimentables, estos tienen una relación directa con las lluvias ya que en época de lluvia se incrementan y en épocas de estiaje disminuyen; comparándolos con las Normas Mexicanas estos se encuentran por debajo de lo establecido.

Con respecto al caudal se observa cambios

dependiendo de la estación del año; hay un incremento del Río debido a las lluvias y ríos aportantes, así como de las microcuencas existentes en la cordillera Negra que también aportan mayor cantidad de aguas.

## CONCLUSIONES

1. El contenido de los diferentes tipos de sólidos determinados varía en relación a las estaciones del año y al caudal que el Río Santa presenta en cada época estacional.
2. Los valores de Sólidos Suspendidos Totales encontrados en las aguas del Río Santa están por debajo de los valores establecidos en los LMP de México en cuanto a uso para riego se refiere y de acuerdo a la Norma Paraguaya.
3. De acuerdo a los LMP de México en cuanto a uso del agua para consumo público los valores de Sólidos Suspendidos Totales determinados en el Río Santa sobrepasan lo establecido, de igual manera sobrepasan los valores límites determinados por DIGESA GESTA AGUA, el Grupo Conservación del Ambiente, Norma de Calidad de Chile y la FAO.
4. En cuanto a los valores de Sólidos Disueltos Totales encontrados en las aguas del Río Santa están por debajo de los valores establecidos en Canadian Environmental Quality Guideline y los valores Estándares de Calidad de Agua Potable de la OMS.
5. Con respecto a los valores de Sólidos Sedimentables encontrados en las aguas del Río Santa están por debajo de los valores establecidos en los LMP de México, tanto para agua de uso agrícola como para consumo público urbano.
6. En cuanto a los demás sólidos como: Sólidos Totales, Sólidos Fijos y Sólidos Volátiles no se cuenta con Normas que establezcan valores máximos permisibles de acuerdo al uso; pero las aguas del Río Santa son recuperables para usarlas como aguas para riego agrícola y con un tratamiento adecuado para agua de consumo humano.
7. En cuanto al caudal determinado, este influye de manera directa con la cantidad de los diferentes sólidos determinados en el Río Santa, mostrando un incremento natural del caudal por la precipitación pluvial de acuerdo a las estaciones del año, siendo el más bajo en invierno y más alto en marzo.

## AGRADECIMIENTO

Al personal del Laboratorio de Calidad Ambiental que colaboró para el desarrollo del presente trabajo: Justiniano De la Cruz Baltasar, Adela Castillo Llanque, Miguel Caushi Hinostroza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA) Y WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). 1992. "Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales". España. Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid, 17ª Edición APHA – AWWA – WPCF.

ESTANDAR DE CANADÁ. "Canadian Environmental Quality Guideline – December 2003". Walsh – Interconexión Vial IÑAPARI – Puerto Marítimo del Sur – Tramo II (Etapa I) – Concesionaria IIRSA SUR. (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2009). Disponible en:

<http://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>.

TRUQUE B. PAOLA ANDREA. "Armonización de los Estándares de agua potable en las Américas – Estándar de Calidad de Agua Potable de la OMS". (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2009). Disponible en: <http://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>.

SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES Y PESCA. "Norma Oficial Mexicana "NOM-001-ECOL. 1996 -Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes Nacionales". (Fecha de consulta: 21 de febrero de 2009). Disponible en: [http://mx.geocities.com/r\\_millan\\_I/Nom-001.doc](http://mx.geocities.com/r_millan_I/Nom-001.doc).

INFORME DE SECRETARIA TÉCNICA COLEGIADA (DIGESA – INRENA). "Grupo de Estudio Técnico Ambiental para Agua – GESTA AGUA". (Fecha de consulta: 26 de febrero de 2009). Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/pw\\_decpa/pdf/gesta\\_agua/cuadro\\_uso1.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/pw_decpa/pdf/gesta_agua/cuadro_uso1.pdf).

DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL. "Nombre del Parámetro: Sólidos Suspendidos Totales". Estándares de Calidad Ambiental de Agua - Grupo N° 4: Conservación del Ambiente. (Fecha de consulta: 18 de febrero de 2009). Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/pw\\_deepa/pdf/gesta\\_agua/GRUPO%20DE%20USO%204.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/pw_deepa/pdf/gesta_agua/GRUPO%20DE%20USO%204.pdf).

DECRETO SUPREMO N° 002-2008-MINAM – MINISTERIO DEL AMBIENTE "Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", (Fecha de consulta: 26 de Febrero de 2009). Disponible en: [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/fil\\_e/DGGAE/ARCHIVOS/LEGISLACION/DS002-2008.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/fil_e/DGGAE/ARCHIVOS/LEGISLACION/DS002-2008.pdf).