

propuesta del componente calidad de agua del sistema de información
ambiental en la cuenca del río bermejo



**PROGRAMA
ESTRATEGICO
DE ACCION**
∞ PARA LA CUENCA DEL ∞
RIO BERMEJO

Propuesta del componente Calidad de Agua del Sistema de Información Ambiental en la
cuenca del Río Bermejo

Gobierno de la República Argentina
Gobierno de la República de Bolivia
Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Organización de los Estados Americanos
Fondo para el Medio Ambiente Mundial

elemento 4.1 del programa de trabajo

Formulación del Programa Estratégico de Acción para la Cuenca del Río Bermejo

Propuesta del componente Calidad de Agua del Sistema de Información Ambiental en la cuenca del Río Bermejo

Agosto de 1999

Ing. Ricardo Raúl Carrizo



Este documento ha sido elaborado por el Ing. Ricardo Raúl Carrizo, en el marco del Elemento 4.1 del Programa de Trabajo para la formulación del Programa Estratégico de Acción de la Cuenca del Río Bermejo (PEA). Las informaciones, elaboraciones, conclusiones y/o recomendaciones que contiene, han constituido un valioso aporte para el desarrollo del Proyecto. Los contenidos expresan la opinión del/de los autores y no reflejan necesariamente la de la Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo, de la Organización de los Estados Americanos, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y del Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

1.	RESUMEN DEL PROYECTO Y OBJETIVOS GENERALES DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A DESARROLLAR EN LA CUENCA DEL RIO BERMEJO	13
1.1	Aspectos hidrológicos de la Cuenca en estudio	14
1.2	Fases a cumplimentar para el diseño de una Red de Monitoreo de Calidad de Agua	14
1.3	Establecimiento de usos prioritarios del agua para los diferentes tramos del río	14
1.4	Caracterización total de la cuenca en la que se llevará a cabo el monitoreo de Calidad de Agua	15
1.5	Localización de estaciones de muestreo y frecuencia de Monitoreo con que va a ser operada la Red de Monitoreo de Calidad de Agua	15
1.6	Diseño, implementación y mantenimiento de una Red de Monitoreo de Calidad de Agua y Caudales para la cuenca del río Bermejo	16
2.	ANTECEDENTES DISPONIBLES REFERIDOS AL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RIO BERMEJO	17
2.1	Puntos de muestreo propuestos por las autoridades de la Provincia de Salta, para la evaluación preliminar del estado de la Calidad de Agua	18
2.2	Puntos de muestreo propuestos por las autoridades de la Provincia de Jujuy, para la evaluación preliminar del estado de la calidad de agua en la alta cuenca del río Bermejo	19
2.3	Puntos de muestreo propuestos por las autoridades de la Provincia del Chaco, para la evaluación preliminar del estado de la calidad de agua en la cuenca del río Bermejo	20
2.4	Resultados de la campaña de monitoreo efectuada en la cuenca en Noviembre de 1998 y su comparación con Niveles guía de Calidad de Agua, antecedentes de la Alta Cuenca reportados por la provincia de Salta	21
2.5	Antecedentes respecto a la distribución de cultivos en los que es factible la aplicación de plaguicidas y fertilizantes en la cuenca del río Bermejo, acorde a trabajos en ejecución del PEA (Mapa de Suelos)	27
2.5.1	Uso del suelo en la cuenca y su incidencia en la Calidad del Agua del Río Bermejo	27
2.5.2	Niveles de calidad de agua en cursos superficiales y vinculados a efluentes que inciden sobre el aprovechamiento agrícola de la fuente	29
2.6	Nivel de sólidos suspendidos que acarrea regularmente el río Bermejo en diferentes tramos y aporte de sus principales tributarios	30
2.7	Niveles Guía de Calidad de Agua en función de los diferentes usos de la fuente propuestos para los ríos de la Cuenca del Plata (Archivo Plata 3. XIs)	32
2.8	Niveles Guía de Calidad de Agua de la Comunidad Económica Europea destinadas a Plantas potabilizadoras de diferente grado de complejidad) (Arch CEE2-XIs)	32
2.9	Programa de relevamiento de Calidad de Agua de cursos superficiales en la alta cuenca del río Bermejo y del Grande de Tarija en la República de Bolivia implementado por el PEA	36
2.9.a	Clasificación De Los Cuerpos De Agua Según Su Aptitud De Uso	36
2.9.b	Comparación de Normas de Calidad de Agua de Cuenca del Plata (Uso I), propuesto por la República Argentina / Clase B de la República de Bolivia y exigidas por la CEE que corresponden a puntos de extracción para fuentes de provisión de agua a Plantas Potabilizadoras que operan con Tratamiento de tipo Convencional	37
3.	DISEÑO ACTUAL DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA QUE OPERA EN LA CUENCA DEL RIO BERMEJO	41
3.1	Listado y localización de Estaciones propuestas para la Red de Monitoreo	41
3.2	Listado de Puntos de Calidad de Agua a priorizar en el PROGRAMA de relevamiento a nivel "Cuenca"	41
3.3	Evaluación de Costos asociados a la ejecución del Programa Monitoreo de Calidad de Agua en la cuenca del río Bermejo	42
3.4	Reporte y presentación de la Información colectada en la Red de Estaciones de Calidad de Agua	43
3.4.1	Equipamiento previsto para optimizar la operación de la nueva Red de Monitoreo de Calidad de Agua en el río Bermejo	
3.5	Selección de Estaciones de monitoreo a establecer en la Cuenca del Río Bermejo, Macro / Microlocalización en los diferentes tramos	47
3.6	Estimación de la cantidad de muestras a extraer durante el periodo anual y frecuencia de muestreo para obtener valores medios de la calidad de agua en la Cuenca del río Bermejo	

	mediante el Programa de monitoreo a implementar	50
3.6.1	Establecimiento del número total de muestras a coleccionar anualmente en la cuenca en base a los datos reportados de DBO	50
4	ASPECTOS TÉCNICOS DE LA PROPUESTA DE RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A OPERAR EN LA CUENCA DEL RIO BERMEJO	53
4.1	Elementos a considerar para el Diseño de Redes de Monitoreo de Calidad de Agua	53
4.2	Tipo de estaciones de monitoreo y su utilidad para la caracterización de problemas de contaminación	55
5.	PAUTAS PARA LA DETERMINACIÓN LA UBICACIÓN ESPACIAL PRECISA DE CADA UNA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A SER OPERADAS EN LA RED DEL RIO BERMEJO.	57
5.1	Métodos simplificados para estimar la cantidad de muestras y estaciones requeridas para evaluar la situación de calidad de agua en un río	57
5.1.1.	Restricciones generales para la ubicación de una estación de monitoreo en diferentes tramos del río	58
5.2	Técnicas generales empleadas para la selección de tramos relevantes del río a muestrear	58
5.2.1	Establecimiento del lugar de muestreo de la Estación en el tramo elegido	60
5.3	Estimación de la cantidad de muestras a extraer durante el periodo anual y frecuencia de muestreo para obtener valores medios de la calidad de agua en una Cuenca hídrica	60
5.3.1	Metodología general para determinar la frecuencia de monitoreo a establecer para estaciones transitorias y/o permanentes en la cuenca hídrica en estudio.	61
5.4	Análisis de zonas de mezcla en cursos hídricos receptores	63
6	EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS "TÉNICAS" VERSUS PRÁCTICAS Y LIMITACIONES REALES PARA LA EJECUCIÓN DE CAMPAÑAS DE MONITOREO POR PARTE DE LOS ENTES DE CONTROL AMBIENTAL	67
6.1	Riesgo y sostenibilidad del Proyecto propuesto para el establecimiento de una Red de Monitoreo de Calidad de Agua en el Río Bermejo	68
7	PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN "ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA" (ICA) PARA LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL BERMEJO	71
7.1	Ventajas de aplicación del Índice de Calidad de Agua "ICA"	72
7.2	Antecedentes y clasificación de los índices de calidad de agua	73
8	RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO PROPUESTO POR EL PEA	81
	ANEXOS	89
	A.1.Consultas realizadas con Instituciones Públicas y Privadas	90
	A.1.1.Organismos a nivel Nacional	90
	A.1.2.Relevamiento de Organismos provinciales y Laboratorios que participan en el Plan de monitoreo de Calidad de Agua de los ríos que integran la Cuenca del Río Bermejo	92
	A.2.Listado de Tablas con Niveles de calidad de agua en cursos superficiales y vinculados a afluentes que inciden sobre el aprovechamiento agrícola de la fuente.	99
	Ejemplos de Concentraciones máximas de oligoelementos recomendables para riego	
	* Límites máximos de descargas contaminantes a cuerpos de agua superficiales de DIPAS (Dirección Prov. del Agua de la Prov.de Córdoba) descargas a colectoras pluviales y para riego agrícola	
	* Límites máximos de la Calidad de las Aguas residuales para el Riego Agrícola (DIPAS)	
	* Condiciones particulares de descarga de aguas residuales municipales cuando dicho efluente ya tratado es utilizado en forma directa para riego agrícola	
	A.3.Recomendaciones operativas generales para la campaña y manejo de las muestras colectadas durante el monitoreo de Calidad De Agua en cursos superficiales	101
	A.3.1.Otras pautas a respetar en campaña para la colecta de muestras "representativas" del Nivel de Calidad de Agua del Río Bermejo	103
	A.3.2.Control de calidad en las operaciones de campo	106
	A.3.3.Control de calidad intra Laboratorio. Tabla N°1 Metodología recomendada para preservación de muestras de agua, volúmenes de colecta y tiempos máximos para la determinación analítica de su calidad.	107
	A.4.PRESUPUESTOS	113
	A.5.Estadística- Monogramas y Tablas utilizadas en el Documento Principal	115

1.

RESUMEN DEL PROYECTO Y OBJETIVOS GENERALES DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A DESARROLLAR EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO:

Dentro de las actividades desarrolladas por el Programa Estratégico de Acción para el Río Bermejo (P.E.A.) que apoya la gestión de la Comisión Regional del Río Bermejo COREBE creada para el aprovechamiento integral, racional y múltiple de los recursos hídricos del río, se está implementando un Proyecto tendiente a caracterizar el nivel de la calidad del agua en diferentes tramos del curso. Estos se hallan influenciados por las descargas contaminantes y flujo de material sólido, se desea evaluar en principio su comportamiento estacional y confirmar tendencias a partir del Nivel "Base" de Calidad existente en los ríos de la cuenca. Los objetivos del Programa son los siguientes:

- * Establecimiento de una Red de Monitoreo de Calidad de Agua para el seguimiento, control y preservación de los usos priorizados del agua en los diferentes tramos del curso del río Bermejo.

- * Selección de Estaciones a lo largo del curso principal del río que permitan el seguimiento sistemático de las variables elegidas para correlacionar su evolución temporal y espacial con los aportes contaminantes de tipo antrópico y naturales que se dan en la cuenca

- * Planificación de medidas de mitigación de problemas de polución detectados actualmente y los que en base a la información aportada por el Programa surjan, luego de un periodo mínimo de 1 año y puedan instrumentarse para lograr la preservación de los usos del agua del río.

- * Evaluación de la información de calidad aportada por la Red de Monitoreo y adecuación de frecuencias y/o relocalización de estaciones a fin de constatar el efecto de las medidas de mitigación y mejoras en Plantas de tratamiento, canalización y/

o mejoras en el cauce del río, confirmación de tendencias en los niveles de polución tanto en el ámbito temporal como espacial y su correlación con aspectos hidrometeorológicos en toda la cuenca.

- * Integración de la información de Calidad de Agua con la derivada del Programa similar que atiende la temática Hidrometeorológica en la cuenca a fin de optimizar su manejo, evaluación y análisis en un "Banco de Datos" como parte del Sistema de Información Ambiental de la Cuenca del Río Bermejo.

Para cumplimentar estos objetivos se desea establecer una Red de Monitoreo preliminar que sirva para la implementación de otra definitiva, cuyo objetivo será la evaluación de tendencias a mediano plazo y análisis del comportamiento de los parámetros considerados críticos para los usos del agua priorizados en los diferentes tramos del río Bermejo, establecimiento de un Sistema de Alarma y Programa de acción frente a emergencias asociadas a eventos que generen contaminación del agua. Esto último no implica una "vigilancia" permanente, sino acorde a las posibilidades que genera la operación de la Red Hidrometeorológica y de Calidad de Agua con las prioridades ya enunciadas para este último y las que correspondan al primero.

Se prevé para Programas futuros que optimicen el presente la selección de Estaciones al ingreso a cada jurisdicción provincial y de una serie de parámetros de Calidad de Agua a ser supervisadas sistemáticamente a fin de evitar litigios entre las provincias integrantes de la cuenca y para evaluar el aporte sólido hacia la Cuenca del Plata a través del Río Paraguay y Paraná.

1.1) ASPECTOS HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA EN ESTUDIO:

Considerando como sub cuenca al Bermejo este aporta un 11 % del total anual que vuelca el Río Paraguay a la Cuenca del Plata. Si analizamos en detalle nuestra zona en estudio puede estimarse la cuenca activa del Bermejo en unos 53.000 Km², de los que 12.000 Km² corresponden a escurrimiento en territorio boliviano. En cuanto al caudal medio que transporta regularmente el río , cercano a los 480 m³/sg, se conforma acorde a las siguientes proporciones: Alto Bermejo 19 %, Grande de Tarija 26 %, Pescado 21 %, San Francisco 21 %. La cuenca activa puede considerarse que llega hasta el río San Francisco, zona a partir de la que los aportes pluviales dejan de ser relevantes.

El periodo de crecidas se da entre los meses de Enero a Marzo y ha sido analizado en detalle en la alta cuenca, en la zona de Balapuca donde se proyecta el aprovechamiento hidráulico de Las Pavas, el periodo de aguas bajas es extenso y se da desde Mayo a Noviembre. En el curso inferior las evaluaciones del caudal mensual en El Colorado hacen que el hidrograma indique un desplazamiento de la onda de crecida hacia los meses de Febrero - Abril y el estiaje entre los meses de Junio y Diciembre

Como resultante de las Reuniones promovidas por el PEA- Programa Estratégico de Acción Para el desarrollo Sustentable de la Cuenca del río Bermejo- para el Grupo de Trabajo sobre Red Hidrometeorológica y de Calidad de Agua se cuenta en relación a esta última temática un Muestreo en Estaciones elegidas por cada una de las provincias, efectivizado en Noviembre de 1.998 y la iniciativa para delinear una Red de Monitoreo de carácter permanente a operar en la cuenca en estudio. Este documento es un aporte a este último objetivo y tiene por finalidad el establecimiento de un Programa permanente para evaluación y preservación de la calidad del agua en el Río Bermejo y sus tributarios.

Los resultados del monitoreo efectuado sirven como base para el diseño de la futura Red de Monitoreo y se detallan en el Próximo punto, se describen a continuación algunas premisas a fin de concretar el "Diseño" de la nueva Red.

1.2) FASES A CUMPLIMENTAR PARA EL DISEÑO DE UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

1. Establecimiento de prioridades de uso del agua en cada tramo del río a nivel departamental y en cada provincial, selección de un listado de parámetros de calidad que aseguren la aptitud del agua para los usos antedichos de común acuerdo con las autoridades regionales en el lado argentino de la cuenca, el que será comunicado al gobierno de Bolivia a fin de preservar los niveles de calidad desde las nacientes del río Bermejo al ingreso a nuestro país.

2. Caracterizar totalmente la cuenca y el área en la que se llevará a cabo el monitoreo para cumplir los Objetivos de supervisión preservación y vigilancia del nivel de Calidad de Agua que ingresa al país desde la república de Bolivia y la que va atravesando cada límite jurisdiccional de las provincias que comparten la cuenca del Río Bermejo.

3. Determinar la ubicación espacial de cada una de las Estaciones de Monitoreo a ser operadas en la Red y determinar la frecuencia de muestreo a establecer para las estaciones transitorias y/o permanentes de la cuenca en estudio.

4. Desarrollar los planes operativos sustentables y proveer los medios necesarios para la implementación de la Red de Monitoreo de caudales y Calidad de Agua Permanente diseñada, en los periodos acordados a nivel gubernamental de cada provincia , hasta que sea implementada la autoridad de control ambiental de la Cuenca, la que supervisará la cantidad y calidad de agua acordada que ingresa a cada jurisdicción.

5. Implementación de mecanismos de retroalimentación para optimización del Programa de Monitoreo de Calidad de Agua

1.3) ESTABLECIMIENTO DE USOS PRIORITARIOS DEL AGUA PARA LOS DIFERENTES TRAMOS DEL RÍO

En principio el interés de la población esta centrado en la preservación de la calidad del agua que ingresa a las Plantas potabilizadoras regionales, el aprovechamiento para el riego y abrevadero de ganado y la aptitud para mantener los niveles de pesca de especies autóctonas en el río Bermejo y sus tributarios. Cada jurisdicción deberá definir sus pretensiones para los tramos del río que le competen y acorde a los usos actuales y/o potenciales de la fuente de agua, de ellos se derivan una serie de requisitos en cuanto al Nivel de Calidad de agua requerido para la zona en cuestión, que a través de este programa podrá supervisarse.

La aparición de situaciones anómalas en las condiciones del río (P.Ej mortandad de peces o animales en la zona costera) será comunicada de inmediato a las autoridades de la provincia a fin de implementar medidas de seguridad para la población y zonas de cultivo en toda la región y detectar la fuente del problema generado su relevancia temporal y espacial las medidas requeridas para su pronta solución a fin de preservar el aprovechamiento integral de la fuente de agua.

En ciertas épocas suelen darse otros usos "Competitivos" con los ya enunciados, tales como el agua requerida por las Plantas industriales papeleras e Ingenios azucareros en especial, para su funcionamiento. Generando situaciones problemáticas cuando además vuelcan efluentes no tratados al río y/o a tributarios. Acorde a la trascendencia de la problemática generada las autoridades regiones deben establecer el presupuesto requerido para asegurar el cumplimiento del Objetivo priorizado en el tramo afectado en cada provincia o a nivel internacional si la contaminación proviene de otro país. Se debe analizar la naturaleza del problema, la importancia de satisfacer requerimientos de calidad que pueden ser óptimos para determinados usos pero no para otros, esto lleva a definir técnicamente la graduación ambiental / política de las Normativas a aplicar cuando existen "Usos" conflictivos.

Los técnicos deben establecer los requerimientos mínimos de información y procesamiento de la misma que la satisfacción de cada objetivo implica, ventajas y desventajas ambientales de su logro para explicitarlos y decidir en coordinación con las autoridades las prioridades respectivas. Los objetivos del estudio seleccionados y requerimientos que ellos implican deben ser satisfechos plenamente mediante la operación de la Red de Monitoreo finalmente acordada.

1-4) CARACTERIZACIÓN TOTAL DE LA CUENCA EN LA QUE SE LLEVARÁ A CABO EL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

Deben conocerse en detalle las condiciones geográficas, hidrometeorológicas de la alta cuenca tanto de Bolivia como de nuestro país, y de todos los aportes que va recibiendo el río hasta su desembocadura en el Paraguay, esto sirve para caracterizar el régimen de los caudales esperables y el tipo de descargas que transportará en los diferentes periodos del año. Las descargas poluentes puntuales y distribuidas de origen antrópico se vinculan con los periodos de funcionamiento de las Plantas industriales (P. Ej. Ingenios azucareros, papeleras, jugos cítricos) su modalidad de operación (Batch vs continuas) y el tipo de tratamiento que poseen los efluentes que finalmente llegan a las aguas del río. La contaminación difusa deriva principalmente de la escorrentía de zonas agrícolas en las que la aplicación de plaguicidas es excesivo o de zonas mineras que no toman recaudos en el manejo de sus efluentes líquidos y/o sólidos a fin de preservar la calidad de las fuentes de agua superficiales y subterráneas.

Los aportes "Naturales" se dan por el "lavado" y arrastre de material susceptible a la erosión de la cuenca en zonas de intensas precipitaciones y de zonas ribereñas en tramos donde el río posee un régimen de altas velocidades. (P.Ej el fenómeno denominado "aguas blancas", que se da cuan-

do se inicia el periodo de crecidas). Debemos recordar que el aporte de material sólido que el Bermejo lleva hacia el Río Paraguay significativo y afecta al transporte fluvial en la Cuenca del Plata. (Dragado de canales de navegación). Sobre la base de la evaluación de las fuentes contaminantes y su incidencia en la calidad del agua y los usos priorizados en los diferentes tramos del río se pueden ir diagramando los puntos de muestreo y periodos "críticos" que requieran de una supervisión especial de las normativas a establecer para preservar los usos antedichos.

1-5) LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO Y FRECUENCIA DE MONITOREO CON QUE VA A SER OPERADA LA RED

Los factores que determinan la ubicación de una Estación determinada dependen en primer lugar del Objetivo del estudio a encarar, en nuestro caso priorizamos la caracterización temporal y espacial de la calidad del agua y su preservación para fines de potabilización, riego y pesca en toda la cuenca.

* En principio se efectuará la toma de muestras en donde existan facilidades para el aforo del curso dada la importancia de conocer en todo momento el flujo másico de poluentes que transporta el río, si esto no fuera factible en los tramos priorizados seleccionar transectas en las que el caudal pueda ser bien estimado.

* Se determinarán las condiciones Calidad de agua de ingreso a cada jurisdicción, junto a los caudales que para los diferentes regímenes hidrológicos hallan sido acordados a nivel interprovincial, dando una atención especial a las condiciones de ingreso a las tomas y/o canales que transportan el agua hacia Plantas potabilizadoras de poblaciones ribereñas (P. Ej en Formosa Ing. Juarez, Laguna Yema- Las Lomitas, Presidencia Roca)

* La evaluación de los niveles de calidad en las aguas del río se efectivizará atendiendo las consideraciones de las "zonas de mezcla" acordadas con las Plantas industriales y/o municipales para el vuelco de sus efluentes sean estos sujetos a tratamiento o no (Aguas abajo del tramo afectado).

* Las mediciones de concentración y flujo másico de poluentes en los canales de descarga para verificar el cumplimiento de Normativas regionales y/o nacionales es en principio independiente del actual Programa de Monitoreo Propuesto para la cuenca, que solo alertará respecto a anomalías detectadas en el río y dará aviso a las autoridades locales las que se encargarán de los estudios y programas de mitigación específicos para abordar el problema puntual.

* Existen limitantes que condicionan la selección del lugar de toma de muestras cuando se desea mantener la estación como "Permanente", estos se asocian a las condiciones de acceso al punto enunciado para todo tipo de condición hidrológica

y climática y de seguridad operativa para las tareas a efectuar, en especial si se afora el cauce. Distancia al Laboratorio para cumplimentar la entrega de muestras en "tiempo y forma" para determinación analítica de todos los parámetros de interés que se monitorean.

* La frecuencia de monitoreo es función entre otras variables, de la cantidad de parámetros a medir y de la variabilidad de las concentraciones respectivas, que se registran normalmente en el tramo del río analizado. Asumiendo que el objetivo del estudio y del Programa es la caracterización temporal y espacial de las variables de calidad que limitan los usos priorizados.

* Las consideraciones de tipo estadístico para el manejo de datos "confiables" para evaluar la información y llegar a conclusiones valederas respecto a valores medios, tendencias, de los parámetros a seguir hacen que el "Diseño" de la red se base en el comportamiento de pocas variables "Clave", si bien el reporte del resto de la información es también valiosa. La frecuencia, número total de muestras a coleccionar durante el periodo anual y localización de Estaciones representativas del total de la cuenca en estudio, que suelen denominarse "Centroides" debe basarse en el mínimo factible de poluentes y flujos respectivos.

1-6) DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA Y CAUDALES PARA LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO,

Una premisa a cumplir en la determinación de los Objetivos del Programa es atenerse a las limitaciones presupuestarias, esto hace que los objetivos planteados sean "realistas" y sea el tema económico el que en definitiva la cantidad de muestras que los Laboratorios pueden procesar, número de estaciones de monitoreo, frecuencia de muestreo y en cierta forma limite los requisitos estadísticos para un manejo "confiable y preciso" de los datos a coleccionar. El reconocimiento de estas limitaciones por parte de los usuarios finales de la información, encargados del diseño de la Red, muestreadores, personal de Laboratorio y de quienes procesan y presentan los datos para su evaluación final (Banco de Datos de Calidad) ayudan a establecer los compromisos "asumibles" por cada grupo de tareas.

En caso que las requisitorias estadísticas sean un factor clave para evaluar el nivel de gravedad de un problema de contaminación en particular en la cuenca, se puede "negociar" un acuerdo entre usuarios finales de la información y los encargados del diseño y operación de la Red para cubrir con muestreos intensivos las zonas potencialmente más afectadas y caracterizar la calidad del resto de la cuenca con el mínimo de muestras. Otra alternativa es relevar solo ciertas áreas de la cuenca eliminando Estaciones no "relevantes" para el problema en cuestión. En caso de que la Red planteada posea varios Objetivos este análisis debe efectuarse para cada uno de ellos y acorde al presupuesto destinado a los mismos.

Número de muestras a coleccionar por estación de monitoreo en la cuenca del río Bermejo En las Estaciones en las que se opere en forma manual se recomienda la colecta de tres muestras puntuales en la columna de agua a nivel sub superficial (aprox. 50 cm de Profundidad) por sección transversal, las que se extraerán del centro del curso (canal de navegación) y en los puntos medios entre el canal y las márgenes. Cuando se disponga de facilidades para el muestreo automático con dispositivos asociados a Estaciones hidrometeorológicas completas que puedan incluir sensores para parámetros de calidad de agua debe priorizarse el registro y transmisión de la información de los siguientes parámetros: pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, Turbidez.

§

2. ANTECEDENTES DISPONIBLES REFERIDOS AL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DE RÍO BERMEJO

La información recabada para el presente informe indica la existencia de datos colectados en diferentes tramos de la cuenca en forma no sistemática relevándose listados de parámetros diferentes en las Estaciones muestreadas que han atendido prioritariamente requerimientos locales y ocasionalmente denuncias referidas al impacto de descargas localizadas, tales como vertido de efluentes de establecimientos agro industriales, que no permitían vislumbrar el comportamiento temporal y espacial de los contaminantes.

Los Entes gubernamentales de Jujuy, Salta y Chaco que integraron el Grupo de Trabajo en la Cuenca, pueden llegar a optimizar las tareas de muestreo y procesamiento de las muestras colectadas mediante una coordinación similar a la efectivizada en la anterior campaña si se integran para los próximos monitoreos, los esfuerzos y el apoyo de los Entes de Formosa. La coordinación de medios tales como vehículos, lanchas, choferes, personal de muestreo y para las determinaciones analíticas en Laboratorio, equipamiento en estos últimos a fin de efectuar todas las mediciones factibles en cada uno de ellos, se vería beneficiada con el apoyo de nuevos medios que faciliten el muestreo y ahorren tiempo con determinaciones que se efectúen en campo, al respecto se efectúan luego sugerencias a fin de operar la Red de Monitoreo propuesta para implementar en la cuenca (Punto 3) .

Se resume a continuación los Informes de las campañas de muestreo efectuadas y los resultados obtenidos mediante la Red operada en la campaña de Noviembre de 1.998, por Organismos de las Provincias de Salta, Jujuy y Chaco y Laboratorios

de dichas provincias que complementaron su acción para cumplimentar las tareas de muestreo y análisis de las muestras colectadas.

Respecto a la localización de las Estaciones de muestreo, podemos apreciar que para este relevamiento preliminar y simultáneo de toda la cuenca en estudio ha prevalecido la caracterización de tramos limítrofes, zonas ubicadas en cercanías a descargas urbanas y agroindustriales para ver la incidencia de los vertidos tratados o no de efluentes cloacales de poblaciones ribereñas y de Establecimientos (P.Ej. Ingenios azucareros, emprendimientos asociados a minería, etc) . Esta información se detalla al comentar los accesos a cada una de las Estaciones relevadas por los Entes a cargo de la temática ambiental de las provincias participantes en el Programa del PEA.

La ubicación de nuevas Estaciones y/o confirmación de algunas de las que se monitorearon en la campaña de Noviembre de 1.998, se basa en criterios de diseño a nivel "Cuenca", que priorizan la caracterización de tramos del curso principal, atendiendo a un objetivo a mediano plazo para caracterizar el comportamiento temporal y espacial de parámetros indicadores de contaminación y no a evaluar la incidencia de descargas puntuales específicas. Los criterios para el "Diseño" de la nueva Red se desarrolla en los puntos subsiguientes del presente Informe.

Campaña de Noviembre de 1998.

El laboratorio de la Dirección de Recursos Hídricos de Jujuy el 16/11/98 que incluyó el siguiente Listado de Estaciones ubicadas sobre el Río Bermejo y tributarios: Aguas Blancas, Río Colorado, Río San Francisco, Est. Puente Elordi en Salta y las de Río Grande en Esquinas Blancas ,

Dique los Molinos, Est. De Aforo Las Lajitas, Río Lavayén- Puente carretero, Río San Francisco- El Piquete y Río San Francisco puente carretero

El Laboratorio de Agua de los Andes S.A. de la Provincia de Jujuy efectuó el procesamiento de las muestras colectadas a fin de determinar pesticidas Organoclorados en el agua de río de toda la cuenca recepcionando y procesando las procedentes de las estaciones de su provincia (Jujuy), las de Salta y las de Chaco- Formosa. La colecta de estas últimas estuvo a cargo de APA - Administración Provincial del Agua y fueron las siguientes sobre el río Bermejo: El Sausalito, puerto Lavalle, Puente Libertad y Puerto Bermejo

2-1) PUNTOS DE MUESTREO PROPUESTOS POR LAS AUTORIDADES DE LA PROVINCIA DE SALTA, PARA LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL ESTADO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO

(efectivizada en Noviembre de 1998)

DPMA - de Salta - Descripción de Estaciones de Monitoreo seleccionadas

Estación	Lugar de extracción / Acceso al punto de muestreo	Observaciones
1 Aguas Blancas Río Bermejo, sobre el Puente internacional	Ubicación: Próximo a la localidad de Aguas Blancas. A unos 320 Km. de la ciudad de Salta y 320 metros sobre el nivel del mar Acceso: Por ruta N° 34 hasta la Localidad de Pichanal, luego por la Ruta N° 50 hasta Aguas Blancas (Límite con la ciudad boliviana de Bermejo). El punto de muestreo está sobre el Puente Internacional	Se toma como referencia dado que es el punto de ingreso del río al territorio argentino
2*** Aguas Blancas Río Bermejo, aguas debajo de la Localidad boliviana de Bermejo	Ubicación: Próximo a la localidad de Aguas Blancas, pero luego de la incidencia de la descarga de efluentes cloacales de la ciudad de Bermejo en Bolivia. Departamento de Oran *** No pudo realizarse el muestreo de esta Estación	Se desea relevar el aporte contaminante de la colectora cloacal de Bermejo al río
3 Cruce de río Colorado con la Ruta Prov. N°50	Ubicación: Departamento de Oran - a 250 Km de Salta capital y a 306 m snm. Próximo a la Colonia Santa Rosa y al Ingenio azucarero Tabacal Acceso: Por ruta N° 34 hasta la Localidad de Pichanal, luego por la Ruta N° 50, a una distancia de 1 Km de dicha Localidad	Se desea relevar el aporte del efluente cloacal de la Localidad Colonia Santa Rosa y del efluente industrial del Ingenio azucarero Tabacal
4 Cruce del río Bermejo y ruta Provincial N°34 Puente Manuel Elordi	Ubicación: Departamento de Oran . Próximo a la población de Manuel Elordi, a unos 70 Km aguas debajo de la Estación N°1, a unos 260 Km de Salta, aguas abajo del Río Tarija (en la zona boliviana existe la influencia de grandes plantaciones de caña de azúcar y de un Ingenio que descarga al Tarija) Acceso por ruta N° 34, cerca de Pozo Sarmiento	Se desea relevar el aporte del Río Tarija y del Colorado y su incidencia en el río Bermejo
5 Cruce del Río San Francisco y Ruta Prov. N° 15	Ubicación: Departamento de Oran Próximo a la población de Puesto del Medio- Bichanal . Acceso: Por Ruta N° 34 y luego por Ruta N° 35 hasta el Río San Francisco. Se evalúa la incidencia de este tributario que recibe diferentes nombres durante su recorrido por Salta y Jujuy : Mojotoro, Algarrobal, Lavallén y San Francisco y recibe los aportes contaminantes de efluentes cloacales y de tipo industrial de los Ingenios de la región	Caracterización del aporte poluyente del Río San Francisco antes de su desembocadura en el Bermejo

Propuesta del componente Calidad de Agua

2-2) PUNTOS DE MUESTREO PROPUESTOS POR LAS AUTORIDADES DE LA PROVINCIA DE JUJUY, PARA LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL ESTADO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA ALTA CUENCA DEL RÍO BERMEJO- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE RECURSOS HÍDRICOS

(efectivizada en Noviembre de 1998)

DPRH - de Jujuy - Descripción de Estaciones de Monitoreo seleccionadas

Estación	Lugar de extracción / Acceso al punto de muestreo	Observaciones
1 Esquinas Blancas Tres Cruces sobre el Río Grande	Zona Norte Ubicación: entre las localidades de Azul Pampa y Tres Cruces / Iturbe. Sobre el Río Grande Acceso: por la Ruta Nacional N° 9 en el cruce del Río Grande. Distancia desde San Salvador de Jujuy: 180 / 200 Km Punto de toma: 1 aguas arriba del cruce carretero Se monitoreó antes de la confluencia del río Cuevas debido a la ya detectada presencia de contaminación bacteriana motivada por la actividad humana en la zona Esquinas Blancas - Tres Cruces y la descarga de efluentes cloacales de esta última población.	Puede considerarse como Línea de Base, dado que no existen en el área asentamientos urbanos, ni industriales y la actividad ganadera es mínima
2 Dique derivador los Molinos Sobre el Río Grande	Zona Centro Ubicación: Villa Jardín de Reyes y Los Molinos- Distancia desde S.S de Jujuy : 8 Km Acceso: desde la Ruta Nacional N° 9 se llega utilizando el camino del dique distancia aprox 500 m hasta la estación. Punto de toma de muestras : Sobre el Río Grande después de la confluencia con el río Reyes Una parte del caudal del río Grande se deriva a las presas de las Maderas y La Ciénagas. El río Reyes suele aportar muchos sólidos. Existe una Estación de aforo de la DPH sobre el Río Grande antes de la confluencia con el Reyes	Permite evaluar la zona de la quebrada donde se registran actividades agrícolas (Agroquími-cos), Mineras (metales pesados y cationes en gral.)
3 Estación de aforo San Juancito DPH río Grande Est. Lajitas	Zona centro Ubicación: Carahunco, zona de Las Lajitas. Se afora el río Grande aproximadamente 700 m antes de la confluencia del Río Perico. A unos 40 Km de S. S de Jujuy Acceso: Desde la Ruta Provincial N° 56 por un camino precario que conduce a la Estación y al río. Se evaluarán las descargas provenientes de las lagunas de tratamiento / estabilización de líquidos cloacales de el Pongo- Parámetros de interés Metales pesados, cationes, fenoles y compuestos derivados de la cloración, COT, bacteriología y aspectos biológicos.	Evalúa la zona más contaminada del río derivada de la incidencia de descargas de efluentes cloacales y de la industria papelera, siderúrgica, químicas.
4 Bajada de Pinto Estación de aforo DPH sobre el río Lavayen Punto alternativo Puente carretero Sobre el Río Grande	Ubicación: Próximo a la localidad de Santa Rita, se puede aforar y muestrear el río Lavayen, distancia desde S.S. de Jujuy 70 a 85 Km. Acceso: Se ingresa con vehículo por un camino auxiliar de tierra hasta unos 200 m del río El punto alternativo acelera las tareas de muestreo y campo, pero no se obtiene el dato de caudal. Existen en la zona problemas de salinidad y también acontecieron otros derivados de la rotura de un poliducto que atraviesa la zona (aguas arriba del punto de muestreo). Contaminación de napas freáticas	Se evalúan los contaminantes de los ríos que aportan y constituyen el Lavayen

5	El Piquete Muestreo sobre el río San Francisco	Ubicación: Próximo a la localidad del Piquete, se pueden muestrear el río Lavayen (puente) / San Francisco a la altura del Piquete. Distancia desde S.S. de Jujuy 77 Km - 130 Km Se reciben los efluentes de la Planta de jugos concentrados Citrinor (actualmente no funciona) . Existen aguas abajo el aporte cloacal y del efluente industrial del Ingenio La esperanza. Conviene instrumentar un monitoreo en época de zafra ubicando una Estación a la que se ingresaría por la localidad del Arrayanal (caminos precarios de difícil acceso en época de lluvias)	Evaluar la situación de Calidad del Agua luego de la confluencia del río Grande y Lavayen- Efluentes de Citrinor; efluent. cloacales sin tratar del Piquete y del Ingenio la Esperanza
6	El Caimancito - Yuto Cruce sobre el Río San Francisco	Ubicación: Próximo a la localidad de Yuto, a una distancia de 170 Km desde S.S. de Jujuy Punto de muestreo sobre el puente carretero de la Ruta provincial.	Permite una evaluación del proceso de recuperación del río luego de las descargas de los efluentes de los ingenios azucareros

2-3) PUNTOS DE MUESTREO PROPUESTOS POR LAS AUTORIDADES DE LA PROVINCIA DEL CHACO, PARA LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL ESTADO DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO REPORTES DE LA ADMINISTRACIÓN PROVINCIAL DEL AGUA APA

(efectivizada en los días 19 y 20 de Noviembre de 1998)

APA - de Chaco - Descripción de Estaciones de Monitoreo seleccionadas

Estación	Lugar de extracción / Acceso al punto de muestreo	Observaciones
1 El Sausalito	Ubicación: a una distancia de 600 Km desde Resistencia, el acceso se hace por caminos asfaltados hasta la localidad de Castelli (300 Km) y desde allí por caminos de tierra (300 Km). Se demora no menos de 10 hs hasta llevar las muestras al Laboratorio- Extracción de la muestra se efectúa en forma manual desde la orilla	Existe incidencia antrópica en el área y del pueblo Sausalito- Existe allí una Planta potabilizadora
2 Puerto Lavalle	Ubicación: a una distancia de 400 Km desde Resistencia Tiempo de demora hasta el Laboratorio, no menos de 5 horas Extracción de la muestra se efectúa en forma manual desde la orilla	Zona con escasa incidencia antrópica
3 Puente Libertad	Ubicación: en el Departamento de General san Martín a una distancia de 180 Km desde Resistencia por asfalto. Tiempo de demora hasta el Laboratorio, no menos de 3 horas Extracción de la muestra se efectúa en forma manual desde la orilla	Considerado un punto de impacto asociado a la actividad humana en la región
Puerto Bermejo Desembocadura del río	Ubicación: a una distancia de 130 Km desde Resistencia, 70 por asfalto. Tiempo de demora hasta el Laboratorio, no menos de 3 horas Extracción de la muestra se efectúa en forma manual desde la orilla	Considerado un punto de impacto asociado a la actividad humana en la región

Propuesta del componente Calidad de Agua

2-4) RESULTADOS DE LA CAMPAÑA DE MONITOREO EFECTUADA EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO EN NOVIEMBRE DE 1998 Y SU COMPARACIÓN CON NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AGUA Y ANTECEDENTES REPORTADOS POR LA PROVINCIA DE SALTA

Estaciones de muestreo ubicadas en la provincia de Salta que reportaron datos.

Estación N° 1)- Aguas Blancas- Río Bermejo, sobre el Puente internacional

Estación N° 2) Cruce del río Colorado con la Ruta Prov. N° 50

Estación N° 3) Cruce del río Bermejo y ruta Provincial N° 34 Puente Manuel Elordi

Estación N° 4)Cruce del Río San Francisco y Ruta Prov. N° 15

Obs NG = Comparación con Nivel Guía de Cuenca del Plata

I : Uso I Agua para consumo humano con tratamiento convencional*

*II** : Uso II - Agua para actividades recreativas con contacto directo*

*III*** : Uso III - Agua para actividades agropecuarias*

IV& : Uso IV - Protección de Vida Acuática

DPMA - de Salta - Resultados del Monitoreo de C.A. en las Estaciones de seleccionadas

Parámetro / unidad	Est N° 1	Est N° 2	Est N° 3	Est N° 4	Obs N.G.
Temperatura (°C)	30	34	34	30	No Estab.
Turbidez (UNT)	18,3	77	205	485	No Estab.
Color (UC)	6	21	60	10	No Estab.
Conduc. (uS/cm)	124	260	769	205	No Estab.
Alcalinidad (mg/l)	46	115	274	70	No Estab.
Dureza (mg/l)	59	118	275	92	No Estab.
Sol. Sed 10' (ml/l)	< 0,1	0,2	0,4	0,3	No Estab.
Sol. Sed 2 horas	< 0,1	0,4	0,6	0,8	No Estab.
Oxig. Dis. (mg/l)	7,0	5,8	6,1	6,2	Cumple
Sulfuros (mg/l)	NSD	NSD	NSD	NSD	No Estab.
DBO (mg/l)	0,9	0,6	1,1	1,1	Cumple
Oxig. Cons. (mg/l)	1,4	2,1	3,3	4,2	No estab.
Coliformes Totales	240	>240	240*I	24000*I	No Cumple
MNP/100ml			***III	**II	Usos I* ni III***
Coliformes Fecales	23	240	240 II*	930 II*	No Cumple
MNP/100ml					Uso II*
Ps. Aerog.	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	No Estab.
Sodio (mg/l)	1,3	2,8	7	2,8	No Estab.
Potasio (mg/l)	7,1	16	92	14	No Estab.
Calcio (mg/l)	16	39	65	28	No Estab.
Magnesio (mg/l)	5	5	27	5,3	No Estab.
Hierro (mg/l)	0,06	0,25	3,3	3,2 IV&	No Cumple Uso IV&
Manganeso (mg/l)	NSD	NSD	NSD	0,7 *III IV&	No Cumple Uso III* ni IV&
Arsénico (mg/l)	NSD	NSD	< 0,02	NSD	Cumple
Cloruros (mg/l)	8,3	9,4	44	17	No Estab.
Fluoruros (mg/l)	0,1	NSD	0,4	0,5	Cumple
Sulfatos (mg/l)	15	20	120	20	Cumple
Amonio (mg/l)	NSD	0,07	0,06	0,04	Cumple
Nitritos (mg/l)	0,02	0,05	0,06	0,09	Cumple
Nitratos (mg/l)	0,7	2,7	0,9	1,2	Cumple
PH en Lab (U pH)	7,9	7,5	8,3	7,5	Cumple

Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua operadas en la provincia de Jujuy

DPRH - de Jujuy - Resultados del Monitoreo de C.A. en las Estaciones de seleccionadas

Parámetro / unidad	Est N° 1	Est N° 2	Est N° 3	Est N° 4	Obs N.G.
Temperatura (°C)	20,5	19	25,7	26,4	No Estab.
Turbidez (UNT)	49	2	25	35	No Estab.
Color (UC)	12	7	24	13	No Estab.
Conduc. (uS/cm) 1120	290	326	765	No Estab.	
Alcalinidad (mg/l)	139	108	134	254	No Estab.
Dureza (mg/l)	453	135	149	255	No Estab.
Sol. Sed 10´ (ml/l)	—	—	—	—	No Estab.
Sol. Sed 2 horas	—	—	—	—	—
Oxig. Dis. (mg/l)	—	—	—	—	—
Sulfuros (mg/l)	—	—	—	—	—
DBO (mg/l)	1,9	0,7	170 *	0,8 *	No cumple Usos I a IV
Oxig. Cons. (mg/l)	2,7	1,3	40	3,1	No Estab.
Coliformes Total	23	240	2400 III***	240 III***	No cumple Uso III
MNP/100ml					
Coliformes Fecales	23	240 II**	240 II**	930 *	No cumple Uso II
MNP/100ml					
Ps. Aerog.	Presencia	Presencia	Presencia	Presencia	No Estab.
Sodio (mg/l)	6,6	2.4	3,1	5,6	No Estab.
Potasio (mg/l)	90	9,20	24	87	No Estab.
Calcio (mg/l)	116	33	41	67	No Estab.
Magnesio (mg/l)	40	13	11	21	No Estab.
Hierro (mg/l)	0,32	0,16	8,1 III***	0,29 *	No cumple Uso III
Manganeso (mg/l)	NSD	NSD	NSD	NSD	
Arsénico (mg/l)	< 0,02	< 0,02	0,02 *	< 0,02	*No cumple Usos I a IV
Cloruros (mg/l)	44	10	15	44	No Estab.
Fluoruros (mg/l)	0,5	< 0,1	0,4	0,2	Cumple
Sulfatos (mg/l)	340 *I	45	35	180 *I	*I-No cumple Uso I
Amonio (mg/l)	0,04	NSD	0,12	0,16	Cumple
Nitritos (mg/l)	0,04	0,03	NSD	0,03	Cumple
Nitratos (mg/l)	0,6	1,3	2,5	2	Cumple
pH in situ (U pH)	8,5	8,6	8,04	8,33	Cumple
pH en Lab (U pH)	8,2	8,5	7,6	8,5	Cumple

Estación N°1 - Río Grande Esquinas Blancas

Estación N°2 - Dique Los Molinos

Estación N°3 - Estación de aforo las Lajitas - San Juancito

Estación N° 4 - Río Lavayen puente carretero

Estación N° 5 - Río San Francisco -El Piquete

Estación N° 6 - Río San Francisco - puente carretero

Propuesta del componente Calidad de Agua

DPRH - de Jujuy - resultados del Monitoreo de C.A.

Parámetro / unidad	Est N° 5	Est N° 6	Obs N.G.
Temperatura (°C)	26,4	23,9	No Estab.
Turbidez (UNT)	24	106	No Estab.
Color (UC)	16	38	No Estab.

Conduc. (uS/cm)	841	784	No Estab.
Alcalinidad (mg/l)	257	295	No Estab.
Dureza (mg/l)	257	296	No Estab.
Sol. Sed 10' (ml/l)	—	—	—
Sol. Sed 2 horas	—	—	—
Oxig. Dis. (mg/l)	—	—	—
Sulfuros (mg/l)	—	—	—
DBO (mg/l)	0,6	1,6 C	umple
Oxig. Cons. (mg/l)	2,7	4,4	No Estab.
Coliformes Totales	240	240	Cumple
MNP/100ml			
Coliformes Fecales MNP/100ml	240 **II	240 **II	No cumple Uso II
Ps. Aerog.	Presencia	Presencia	No Estab.
Sodio (mg/l)	6,0	6,1	No Estab.
Potasio (mg/l)	10	85	No Estab.
Calcio (mg/l)	72	59	No Estab.
Magnesio (mg/l)	19	36	No Estab.
Hierro (mg/l)	0,37 IV&	1,2 IV&	No cumple Uso IV
Manganeso (mg/l)	NSD	NSD	
Arsénico (mg/l)	0,02 *	> 0,02	No cumple Usos I a IV
Cloruros (mg/l)	52	37	No Estab.
Fluoruros (mg/l)	0,1	0,2	Cumple
Sulfatos (mg/l)	140	120	Cumple
Amonio (mg/l)	0,05	0,04	Cumple
Nitritos (mg/l)	0,03	0,05	Cumple
Nitratos (mg/l)	2,6	0,3	Cumple
pH in situ (U pH)	8,56	8,18	Cumple
pH en Lab (U pH)	8,5	8,5	Cumple

Estaciones de muestreo ubicadas entre las Provincia del Chaco y Formosa que se monitorearon en Noviembre de 1.998

Datos reportados para la evaluación preliminar del estado de la calidad de agua en la baja cuenca del río Bermejo- Las determinaciones analíticas fueron efectuadas por A.PA -Chaco

Estación N° 1 - Río Teuco - en el El Sausalito

Estación N° 2 - Río Bermejo- en el Puerto Lavalle

Estación N° 3 - Río Bermejo - en el Pto Libertad - (General San Martín)

Estación N° 4 - Río Bermejo- en el Puerto Bermejo

APA - de Chaco - Resultados del Monitoreo de C.A. en las Estaciones de seleccionadas

Parámetro / unidad	Est N° 1	Est N° 2	Est N° 3	Est N° 4	Obs N.G.
Temperatura (°C)	21	26	26	27	No Estab.
Oxig. Dis. (mg/l)	7,5	7,8	7,5	7,0	Cumple
PH in situ (U pH)	7	7,5	7	6,5	Cumple
PH en Lab	7,3	4	7,4	7,45	6,97 Cumple
Conduc. (uS/cm)	367	473	460	181	No Estab.
Alcalinidad (mg/l)	120	142	126	50	No Estab.
Dureza (mg/l)	102	126	126	48	No Estab.
Residuo seco (mg/l)	275	365	340	136	No Estab.

DBO (mg/l)	9,4 *	7,9*	7,8*	18*	No cumple
Usos I a IV DQO (mg/l)	47	36	57	23	No Estab.
Oxig. Cons. (mg/l)	11	10	13	9	No Estab.
Coliformes Total	1.500*	4.500*	240	240	No cumple Usos I a III
MNP/100ml					
Coliformes Fecales	1.500 *	4.500*	240	240	No cumple * Uso I a III
MNP/100ml					
Calcio (mg/l)	30,4	36,8	35,2	13,6	No Estab.
Magnesio (mg/l)	6,31	8,28	9,23	3,4	No Estab.
Hierro (mg/l)	0 —	0 —	0 —	0 —	
Manganeso (mg/l)	0 —	0 —	0 —	0 —	
Cloruros (mg/l)	20	30	36	50	No Estab.
Sulfatos (mg/l)	55	85	85	200	Cumple
Carbonatos (mg/l)	0 —	0 —	0 —	0 —	No Estab.
Nitratos (mg/l)	0	11	5,28	5,72	Cumple

Las determinaciones de Pesticidas Clorados y afines en agua de río efectuadas en el Laboratorio de Agua de los Andes S.A., con la cooperación de la Universidad Nacional de Jujuy- Fac de Ingeniería a las muestras colectadas durante el monitoreo efectuado en Noviembre de 1.998, en todas las estaciones de la cuenca en estudio no denotan contaminación acorde al informe respectivo (Comparación vs Valores de Calidad de Agua de Bebida COFES -1.993).

Fueron testeados los siguientes parámetros: Etridiazole, Clomeb, Hexaclorobenceno, Propaclor, Trifluralina, alfa-Hexaclorocicloexano, PCNB (Estandar interno), DCB (Sustituto), Lindano (gamma-HCH), Heptacloro, Aldrin, Clorotalonil, neta-Hexaclorocicloexano, DCPA, delta-Hexaclorocicloexano, Heptacloroepoxido (Forma cis), Endosulfan I, gamma-clordano, alfa-clordano, 4,4'-DDE, Dieldrin, Endrin, Clorobencilato, 4,4'-DDD, Endrin aldehído, Endosulfan sulfato, 4,4'-DDT, Endosulfan II, Metoxicloro, Permetrina (forma cis), Permetrina (forma trans)

Técnicas analíticas empleadas: Método EPA 608 Cromatografía gaseosa y resultados confirmados por espectrometría de masa.

Debemos acotar que recientemente recibimos de APA de la provincia del Chaco un Listado de las Estaciones de muestreo en que ellos se hallan particularmente interesados y hemos tenido también manifestaciones similares de los Entes encargados de la temática en las provincias participantes del Programa que está instrumentando el PEA en la cuenca del Bermejo. La información relevada en la región se incluye en el ANEXO cuando se describen las actividades desarrolladas durante nuestra visita a la región, junto al equipamiento relevado en los Laboratorios de los Entes provinciales respectivos. Respecto a la información reportada por APA indicamos como de interés especial el Listado de localidades que actualmente utilizan el agua del río Bermejo como fuente de agua potable: Tres Pozos, El Sausalito (&), Wichi, Puerto Lavalle (&), Pcia. Roca, Gral San Martín (&), Pto Eva Peron, Puerto Bermejo (&)

Referencia (&): en dichas localidades desea establecer Estaciones de monitoreo la Provincia.

Se ha planificado y está en vías de aprobación el Proyecto de construcción del Acueducto Norte, que proveerá de agua del Bermejo al 60% de las localidades de la provincia del Chaco.

Otros datos de Calidad de agua reportados para la alta cuenca del Bermejo.

Existe como antecedente información parcial de algunos tramos de la cuenca, tales como la proveniente de la zona salteña, datos enviados al PEA por el ministerio de Salud Pública de Salta - Dirección de Medio Ambiente referidos a las siguientes Estaciones de muestreo de interés provincial: pH, Conductividad, Sólidos Totales, Alcalinidad, Sulfatos, Dureza, Calcio, Magnesio, Arsénico, Fosfatos, Fósforo, DBO, Cloruros, Hierro, Manganeso, Amonio, Nitritos, Nitratos, Coif. Totales, Colif. Fecales y Pseudomona Aeruginosa.

Reportes adicionales de Monitoreo de C.A. de Salta - Dirección de Medio Ambiente

Fecha	Lugar de muestreo	Parametros relevantes Conc. en mg/l, salvo pH y Conductividad us/cm Coliformes en NMP/100ml	Observaciones respecto a N.G.
16/8/93	La Quema	pH = 7 , Cond.= 370 , Turbidez = 13,4 UNT, NO3 =1,0	Cumple
20/11/96	Aguas Blancas (Pte. Internac.)	pH = 7 , Cond.= 112 , DBO = 0,9, Fe = 4,2, NO3=4,6 As=0,02 NH3<0,05	Cumple, Salvo Fe para Uso IV
20/11/96	Río Colorado (Pte. Ruta 50)	pH= 7,5, Cond.= 293 DBO= 3,3 As= 0,05, Fe = 2,6 NO3= 2,5 NH3 < 0,05	Cumple, salvo As para Usos I a IV y Fe para Uso IV
20/11/96	Embarcación (Pte. Ruta 34)	pH= 7,3 Cond=286 DBO=1,1 As=0,05 Fe=5,8 NO3=3,2 NH3<0,05	Cumple, salvo As para Usos I a IV y Fe para Uso IV
20/11/96	Rio San Francisco	pH= 7,4 , Cond =206 DBO= 5,0 As= 0,02 Fe = 4,7 , NO3 = 4 NH3 < 0,05	Cumple salvo As para Usos I a IV y Fe para Uso IV
20/11/96	Rio Bermejo/ Carboncito	pH= 7,4 , Cond =207 DBO=1,95 As= 0,02 Fe = 2,2, NO3 = 5,4	Cumple, salvo Fe para Uso IV
6/1/97	Aguas Blancas (Pte. Internac.)	pH = 7,6 , Cond.= 128 DBO= 1,6 Fe = 5,3 NO3 =1,5 As < 0,01 NH3 < 0,05 , SO4 = 25	
6/1/97	Río Colorado (Pte. Ruta 50)	pH= 7,6 , Cond.= 203 DBO= 1,6 As < 0,01 Fe = 4,8 NO3= 0,9 NH3 < 0,05 , SO4 = 40	Cumple, salvo As para Usos I a IV y Fe para Uso IV
6/1/97	Embarcación (Pte. Ruta 34)	pH= 7,1 , Cond =211 DBO= 10,4 , As= 0,01 Fe = 35, NO3 = 0,7 NH3 = 0,1, Colif. Tot 15.000, Colif. Fec =15.000 SO4 = 20	Cumple, salvo DBO, Colif. Total y Fecales Usos I y II y Fe para Usos III y IV
6/1/97	Rio San Francisco	pH= 7,8 , Cond =1010 DBO= 3,0 As = 0,01 Fe = 21 , NO3 = 4 NH3 < 0,05 Colif. Tot 46.000, Colif. Fec 15.000 SO4 = 160	Cumple, salvo y Colif. Total y Fecales Usos I y II y III- y Fe para Usos III y IV
12/9/97	Rio Bermejo- localidad	pH= 8,0 , Cond =494 As= 0,02	Cumple NG.

El Tabacal - punto:
La Invernada

Fe = 0,16 , NH3 = 0,24 NO3 = 0,5

N.G. Nivel Guía de Calidad de Agua de Cuenca del Plata

A fin de agrupar todas las estaciones de muestreo de Calidad de Agua utilizadas durante la campaña de noviembre de 1998 en un Mapa de Cuenca del río Bermejo se adoptó la siguiente numeración - (Codigo N°), diferente del reportado por las provincias al informar sobre los resultados analíticos del muestreo en cada jurisdicción . (Ver mapa en Anexo)

Código	Río	Estación de Monitoreo
N° 1	Bermejo	Aguas Blancas 1
N° 2	Colorado	Puente Ruta Prov. N° 50 que cruza el río
N° 3	Bermejo	Puente Manuel Elorde Ruta Prov. N° 34 que cruza el río
N° 4	San Francisco	Puente Ruta Prov. N° 15 que cruza el río
N° 5	Grande	Esquinas Blancas / Tres Cruces
N° 6	Grande	Dique los Molinos
N° 7	Grande	Est. De Aforo San Juancito
N° 8	Lavayen	Est. De aforo DPH- Bajada de Pinto- Santa Rita
N° 9	San Francisco	El Piquete (desde Puente que cruza el río)
N° 10	San Francisco	El Caimancito - Yuto Sobre puente Ruta Prov que cruza el río
N° 11	Teuco / Bermejo	El Sausalito/ Muestreo desde orillas
N° 12	Bermejo	Puerto Lavalle- est. De Aforo

Propuesta del componente Calidad de Agua

2.5) ANTECEDENTES RESPECTO A LA DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS EN LOS QUE ES FACTIBLE LA APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO, ACORDE A TRABAJOS EN EJECUCIÓN DEL PEA (MAPA DE SUELOS)

Resumiendo la información consultada, consideramos relevante la distribución en la cuenca de los cultivos ya asentados, y una descripción del uso de la tierra en las diferentes jurisdicciones para inferir respecto a la posible incidencia de plaguicidas, fertilizantes y laboreo habitual que se requiere para atender y optimizar las cosechas en cada uno de ellos. Los valores estimados para el presente trabajo, que serán ajustados en el futuro, a medida de que se obtenga información más precisa son los siguientes:

35 % de área de la cuenca de aporte directa dedicada a cultivos 15 % de área de la cuenca de aporte directa dedicada a ganadería Relevancia de las zonas cultivadas (secano y riego artificial y/o tomas del río) Salta 25 % Jujuy 30 % Chaco/ Formosa 45 %

Las principales plantaciones en la cuenca que pueden incidir por escorrentía con poluentes asociados a plaguicidas y/o inapropiado uso de técnicas agropecuarias, además de erosión que naturalmente se da en la zona y que llegan al río Grande, Lavayén, San Francisco y finalmente a las aguas del Río Bermejo son las siguientes: Referencia consulta en PEA - Versión Preliminar de los Mapas de Uso del suelo que posee el PEA- & Código de Uso establecido para cultivos asentados en la Cuenca Alta y Baja del Río Bermejo.

Código de uso (&): 1 Tabaco / 2 Poroto / 3 Caña de azúcar / 4 Citrus / 5 Maíz y sorgo / 6 Pasturas / 7 Caña, Citrus, poroto / 8 Tabaco, Citrus, viñedos / 9 Tabaco y Poroto / 10 Ganadería de zona árida y semiárida / Aprovechamiento Forestal y ganadería de húmedo y semi húmedo / 12 Oasis Agrícolas / 13 Hortalizas / 14 Algodón / 15 hortalizas, Citrus y banana / 16 ídem con predominio de Citrus / 17 Banana y hortalizas.

Provincia de Jujuy

Caña de azúcar 60 % Código & 3 Tabaco 15 % Código & 1, 7 y 9 Citrus 5 % - Código & 4 y 15 Porotos 5 % - Código & 2 y 9 Bananas 5 % Código & 15 y 17 Viñedos, tabaco, citrus 5 % Código & 8 Maíz y sorgo 3 % - Código & 5 Pasturas 2 % - Código & 6

Provincia de Salta

Citrus 40 % - Código & 4 y 15 Tabaco, citrus, vi-

ñedo 12 % - Código & 8 Bananas y hortalizas 3 % - Código & 17 Cañas, citrus, poroto 30 % - Código & 7 Citrus, bananas y hortalizas 10 % Código & 16 Agricultura de secano, hortalizas 5 % Código & -1

Provincias de Formosa y Chaco

Áreas dedicadas a aprovechamiento forestal y ganadería 32 % Código & 10 Hortalizas 16 % - Código & 13 Arroz - 4 % Código & 6 Ar Citrus 4 % - Código & 4 Citrus, bananas y hortalizas 10 % Código & 16 Maíz y sorgo 4 % - Código & 5 Tabaco, citrus, viñedo 13 % - Código & 8 Caña de azúcar, citrus, poroto 3 % - Código & 7 Tabaco y porotos 5 % Código & 9 Ganadería de zonas áridas y semi áridas 6 % - Código & 10 Algodón 3 % - Código & 14 Pequeñas zonas dedicadas a Pasturas, y tabaco

2.5.1) Uso del suelo en la cuenca y su incidencia en la Calidad del Agua del Río Bermejo

El mal uso de los campos dedicados a cultivos, prácticas inadecuadas en la preparación del suelo, riego y protección de áreas sembradas para optimizar el rendimiento de las cosechas generan problemas para el suelo y contaminación al medio circundante y por escorrentía a los cursos de agua de la cuenca. Es necesario implementar programas a fin de concientizar a los productores respecto a una racionalidad ambiental para preservar la tierra, los cultivos y minimizar la contaminación que en nuestro caso particular llega a las aguas del río Bermejo.

Los procesos de degradación de suelos que regularmente se dan, inclusive en el área en estudio están asociados a la erosión hídrica y eólica, la salinización y la alcalinización, elevación de napas de agua, formación de "panes" y costras y agotamiento de nutrientes. En algunas áreas de la cuenca media y baja del Bermejo la situación erosiva puede agravarse debido a las inundaciones (salinización), fragilidad del suelo, altas temperaturas y un régimen de copiosas lluvias estacionales, en especial aquellas zonas que han sido sometidas a desmontes masivos y sobrepastoreo, afectándose además la fertilidad de los suelos remanentes.

Recordamos que el término plaguicidas se refiere a un grupo de sustancias de origen químico o biológico destinadas a proteger las plantas de plagas, enfermedades y "malas hierbas" -su fin es destruir, moderar o impedir la acción de insectos nocivos, roedores, hongos o malezas y abarcan los

insecticidas, fungicidas, rodenticidas y herbicidas . Los riesgos implícitos de estos productos para el caso de la cuenca en estudio para el ser humano y para el ambiente se extienden desde su almacenaje, manejo y aplicación correcta por parte del agricultor y de su eliminación (limpieza de equipos / escorrentía en la cuenca) ya que suele llegar a cursos de agua superficiales afectándolos.

Caracterización de plaguicidas de factible uso en la cuenca y su incidencia ambiental

Una de las clasificaciones de los plaguicidas empleadas para su evaluación es la siguiente: * Compuestos Organo Clorados: DDT, BHS, Dieldrin, Endrin, Aldrin y Endosulfan que son utilizados contra plagas agrícolas y domésticas. * Compuestos Organo Fosforados (Paratión y Malation), que actúan en el sistema nervioso inhibiendo las enzimas. * Compuestos de Carbonatos (Isolán, Dimetán, Carbamil y Zectrán) que actúan contra las plagas como los anteriores. * Herbicidas: (Dalapón y Picoclarán) * Compuestos mercuriales, son los más peligrosos, ya que afectan el sistema nervioso. * Compuestos con metales. * Difenilos Policlorados

La exposición diaria de estos elementos en el suelo, si son aplicados en dosis excesivas hace que penetren en el terreno alcanzando el agua subterránea, cursos superficiales, se evaporen contaminando el aire, se incorporen en los alimentos que luego consume el hombre. Algunos de los productos sintéticos debido a su gran persistencia y toxicidad , en especial el DDT, constituyen una seria amenaza para el ambiente ya que pueden modificar las cadenas tróficas, modificando el equilibrio biológico, contaminan los alimentos, tienen propiedades cancerígenas los Organo clorados son muy resistentes a la degradación (3 a 5 años), los fosforados algunos meses

Algunos compuestos se bioacumulan en organismos acuáticos y otro de los efectos no deseados es que pueden generarse nuevas plagas al eliminar algunas especies de insectos útiles.

Otros agroquímicos no tan peligrosos para el ambiente son los Fertilizantes que pueden modificar la calidad y composición normal de un suelo para mejorar su rendimiento agropecuario , generalmente son mezclas de sales y compuestos orgánicos que se caracterizan por su contenido de nitrato de Amonio y calcio, urea, fosfatos, cloruro de potasio, metales y metaloides . Pueden generar crecimiento algal en zonas lacustres y en ocasiones en ríos y las aguas subterráneas son afectadas en su calidad si el nivel de nutrientes es excesivo (N- Amoniacal y Nitratos)

Se enuncian a continuación algunos de los Niveles Máximos de Concentración en agua potable que regula la EPA en los Estados Unidos (1.992- Final MCL / Maximun Contaminant Levesl's)

Valor Límite (mg/l) : Nitratos 10 , Nitritos 1 Fuente - natural en suelos , fertilizantes, efluentes de tipo municipal, agroindustrias	Efectos sobre la salud: Afecta la sangre en lactantes y menores Metahemoglobina - (Color azul en piel)
Valor Lím (mg/l) : 1-2 Dicloro Propano 0,005 Fuente: fumigante en suelos - Solvente industrial	Efectos sobre la salud: puede generar cancer, daña el hígado, riñones y pulmones
Valor Límite (mg/l) : Monoclorobenceno =0,1 Fuente: Manufactura de pesticidas, solvente industrial, limpieza de metales	Efectos sobre la salud: daña el sistema nervioso ,hígado, riñones
Valor Límite (mg/l) : Alaclor = 0,002 Fuente: Herbicida utilizado en maíz, soja y otros cereales	Efectos sobre la salud: puede generar cáncer
Valor Límite (mg/l) :Aldicarb = 0,003 Fuente: Insecticida utilizado en algodón, papas	Efectos sobre la salud: daña el sistema nervioso
Valor Límite (mg/l) :Atrazina = 0,003 Fuente : herbicida en plantaciones de maíz y cereales	Efectos sobre la salud: afecta las funciones reproductivas y el sistema cardíaco
Valor Límite (mg/l) : Carbofuran = 0,04 Fuente : fumigante en suelos, insecticida en plantaciones de maíz, cereales y algodón	Efectos sobre la salud: daña el sistema nervioso y reproductivo
Valor Límite (mg/l) : Clordano = 0,002	Efectos sobre la salud: puede generar cáncer

Fuente: Insecticida utilizado en maíz, cereales y papas

Valor Límite (mg/l) : 2,4-D = 0,07 Fuente : herbicida en plantaciones de maíz y cereales

Efectos sobre la salud: daña el sistema nervioso, hígado y riñones

Valor Límite (mg/l) : Heptaclor epoxi 0,0002 Fuente: Insecticida utilizado en maíz, cereales, deriva de la conversión del Heptaclor por organismos del suelo y del agua

Efectos sobre la salud: puede generar cáncer

Valor Límite (mg/l) : Lindano 0,0002 Fuente: Insecticida utilizado en sembrados en gral, ganadería, preservación de maderas

Efectos sobre la salud: daña el sistema nervioso, hígado y riñones

2.5.2) Niveles de calidad de agua en cursos superficiales y vinculados a efluentes que inciden sobre el aprovechamiento agrícola de la fuente

Dadas las prioridades de uso seleccionadas en la cuenca se presentan ahora y en el ANEXO algunos datos relevantes y listados de parámetros a supervisar en aguas que se destinan al uso agropecuario y que preservan la calidad de los productos y salud de la población que los consume.

Ejemplos de Concentraciones máximas de oligoelementos recomendables para riego.

Elementos	Concentración(mg/l) (2)	Efectos que ocasionan en los cultivos
Aluminio (Al)	5,00	Puede volver improductivos suelos ácidos (pH < 5,5) pero en suelos con pH > 7 el Al precipita y elimina la toxicidad
Arsénico (As)	0,10	El nivel tóxico varía ampliamente en las plantas desde 12 mg/l para el pasto de Sudan, hasta menos de 0,05 mg/l para el arroz
Berilio (Be)	0,10	El nivel tóxico para las plantas varía ampliamente desde 5 mg/l para la col rizada hasta 0,5 mg/l para los frijoles
Cadmio (Cd)	0,01	Tóxico para los frijoles, remolacha y nabo en niveles de 0,1 mg/l en soluciones nutritivas. Se recomiendan límites bajos debido a su acumulación potencial en suelos y plantas, peligrosa para seres humanos
Cobalto (Co)	0,05	Tóxico para las plantas de tomate a 0,1 mg/l en soluciones nutritivas, tiende a inactivarse en suelos neutros y alcalinos
Cromo (Cr)	0,10	Generalmente no se reconoce como esencial, se recomiendan valores bajos por falta de datos concretos sobre su toxicidad
Cobre (Cu)	0,20	Entre 0,1 y 1,0 mg/l es tóxico para ciertas plantas en soluciones nutritivas.
Flúor (F)	1,0	Suele quedar inactivado en suelos neutros y alcalinos.
Hierro (Fe)	5,0	No es tóxico en suelos con buena aireación, contribuye a la acidez y a la indisponibilidad del fósforo y del Mo, La aspersión puede causar depósitos blanquecinos en hojas.
Litio (Li)	2,5	Tolerable en la mayoría de los cultivos hasta los 5,0 mg/l, móvil en el suelo, tóxico para cítricos en concentraciones < a 0,075 mg/l. Actúa en forma similar al Boro.
Manganeso (Mn)	0,20	En general es tóxico en suelos ácidos desde décimas a pocos mg/l, dependiendo del cultivo en cuestión
Molibdeno (Mo)	0,01	En concentraciones normales no es tóxico para las plantas, pero afecta al ganado que se alimenta con pasto de suelos con alto nivel de Mo.
Níquel (Ni)	0,20	Entre 0,5 y 1,0 mg/l es tóxico para ciertas plantas, su toxicidad es reducida en medios de pH > 7,0 Plomo (Pb) 5,00 En altas concentraciones puede inhibir el crecimiento celular .
Selenio (Se)	0,02	Tóxico par plantas en niveles de 0,025 mg/l, también lo es para el ganado

alimentado con pastos cultivados en suelos que poseen altas concentraciones. Es esencial para los animales pero solo a muy bajas concentraciones.

Estaño (Sn),		
Titanio (Ti) y		
Tungsteno (W)	—	Excluido por las plantas , tolerancia específica desconocida .
Vanadio (V)	0,10	Tóxico para la mayoría de las plantas a niveles bajos.
Cinc (Zn)	2,0	Tóxico para muchas plantas a muy variados niveles de concentración, su toxicidad es reducida en suelos con pH > 6,0 y en suelos con textura fina y en los orgánicos.

(1) Fuente : National Academy of Science EE.UU (2) Estas concentraciones máximas se basan en un régimen de riego que alcance los 10.000 m3/Ha año, si el aporte de agua es mayor las concentraciones deben ser corregidas , en caso contrario siguen siendo correctas. Los valores son para un consumo continuo de agua en un mismo lugar

Otros ejemplos de normativas / nacionales Debemos destacar que en la region existen Normativas referidas a concentraciones límites de poluentes permisibles en vuelcos a cursos superficiales, agua para uso agropecuario y aquellos que pueden afectar las napas de agua subterráneas. Las provincias poseen en su Legislación leyes que son implementadas a través de Código de Aguas, reglamentación referida a la autorización de descarga de efluentes a establecimientos agro - industriales , algunas de las jurisdicciones que operan en la cuenca poseen actualmente los Decretos Reglamentarios aprobados y su aplicación es factible, en otras este instrumento clave para preservar el recurso hídrico no ha sido implementado.

Durante el relevamiento efectuado en la provincia del Chaco pudo consultarse a los Entes a cargo del control de la contaminación respecto a esta temática, ellos poseen en vigencia la Ley 3230, Decreto Reglamentario 173/90 y su actualización 847/97 que incluye el régimen de multas a aplicar para casos de contravención a la Ley La Administración Provincial del Agua APA, actualmente a cargo de esta temática facilitó para nuestra información el Proyecto elaborado por el I.P.A.Ch (Instituto Provincial del Agua del Chaco) que fue aprobado por el gobernador y constituye el instrumento de Control. El Documento se refiere a la temática de nuestro interés en el Anexo I-Reglamento de las condiciones físico Químicas a que deben ajustarse: * Las descargas de líquidos residuales, industriales y/o cloacales * Las aguas para riego de cultivos * Los derrames a cursos de agua y lacustres * Las aguas que se infiltran a través de suelos permeables hacia los acuíferos subterráneos.

El Capítulo I, referido al tema descargas, incluye en el Artículo 1 los listados para vuelcos industriales(A) y cloacales (B), acotando las concentraciones de los siguientes parámetros: Temperatura, pH, Sólidos Sedimentables, Sol. Flotante, Sol. disueltos, DBO, Oxígeno Consumido Total, OD, Demanda de Cloro, Sulfuros, Sustancias Grasas, Detergentes, fenoles, Cadmio, Cianuros, Cromo, Mercurio, Plomo, Arsénico y un listado de sustancias que suelen afectar los procesos de tratamiento y/o son tóxicas

Los Capítulos de agua para riego II y derrame de líquidos provenientes de cuencas con producción agrícola Cap III poseen listados similares, incluyendo además la temática del contenido de plaguicidas y bacteriológico, no admitiéndose residuos provenientes de la depuración de líquidos residuales.

No se incluyen Niveles Guía de Calidad de Agua y/o valores límites de los diferentes parámetros poluentes a cumplir en aguas del curso receptor - Que tendría por finalidad la preservación de los diferentes Usos pretendidos en la Cuenca y/o en las diferentes jurisdicciones y tramos del río (Fuente de agua potable, riego, recreación, piscicultura, etc.)

Esta es una falencia común constatada en la mayoría de las Legislaciones provinciales, que se da también en la Cuenca en estudio.

Dentro de las Normativas recientes referidas al vuelco de establecimientos industriales o de otras fuentes que llegan a Conductos pluviales, cursos receptores destinados a uso agrícola, las recientemente propuestas en la Provincia de Córdoba / a través de la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento DIPAS que establecen además de las Normas para descargas a cursos de agua superficiales, embalses, cuencas de aporte directa, cuenca de drenaje los referidos a nuestro tema de interés

2.6) NIVEL DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS QUE ACARREA REGULARMENTE EL RÍO BERMEJO EN DIFERENTES TRAMOS Y APORTE DE SUS PRINCIPALES TRIBUTARIOS

Como se enunció previamente las características del clima, en especial las lluvias intensas concentradas en periodos cortos, altas temperaturas y exceso de laboreo en terrenos dedicados a explotacio-

nes agrícola ganaderas son causas que aceleran el deterioro del suelo en la cuenca. Se resumen a continuación algunos datos referidos al transporte de sólidos por el río Bermejo.

Serie histórica de aforos sólidos en la Cuenca del Río Bermejo - 1942 - 1982				
Nombre del río / Estación de aforo	Caudal Medio anual , en (m3/sg)	Caudal Máximo promedio mensual en (m3/sg)	Aporte Total anual promedio Susp. en Miles de Ton.	Aporte max mensual (prom.) de Sol. Susp. En Miles de Ton.de Sol.
Alta Cuenca del Bermejo/Alarcho Salta	24,1	71,5	5.023	2.268
Alta Cuenca del Bermejo / Balapuca- Salta	82,4	232	8.062	4.163
Alta Cuenca del Bermejo / Arrasayal- Salta	* 93,4	* 285	10.980	5.939
Alta Cuenca del Bermejo / Aguas Blancas- Salta	87,3	256	* 8346	* 14.337
Grande de Tarija/ San Telmo - Salta -Bolivia	* 126	* 350	14.248	6.934
C. Alta/ Media del Río Bermejo / Río Iruya en San José- Salta			13.127	5.953
C. Alta/ Media del Río Bermejo / Río Iruya en El Angosto - Salta	* 57,3	* 181	35.341	12.265
C. Alta/ Media del Río Bermejo / Río Pescado en Puesto Romero- Salta	50,1	144	5.312	3186
C. Alta/ Media del Río Bermejo en Zanja del Tigre	339	1021	70.508	34.138
C. Media del Río Bermejo / Río San Francisco en Caimancito Jujuy			18.901	10.219
C Baja del Río Bermejo / en El Colorado - Formosa Serie 1.968 / 77	* 343	* 987	48.669	33.583
Cuenca Río San Francisco / Río Grande en San Juancito- Jujuy	* 22,5	* 138	4.430	2.660

Cuenca Río San Francisco / 14,7 36,9 2.037 1.184
 Río Lavayén en Bajada de
 Pinto -Jujuy

Cuenca Río San Francisco / * 15,2 * 51,4 2.434 1.392
 Río Mojotoro en
 El Angosto -Jujuy

* Series cortas (datos incompletos)

Valores de flujo sólido estimados a partir de la ecuación $Q_s = 0,0133 \times (Q_{liq})^{Exp 2}$ estudios basados en documentación que está actualmente desarrollando el INA- Lab de Hidráulica Aplicada - Convenio COREBE - INA

2-7) NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES USOS DE LA FUENTE PROPUESTOS PARA LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL PLATA (ARCHIVO PLATA 3. XLS)

Tabla Anexa

2-8) NIVELES GUÍA DE CALIDAD DE AGUA DE LA COMUNIDAD ECONÓMICA EUROPEA DESTINADAS A PLANTAS POTABILIZADORAS DE DIFERENTE GRADO DE COMPLEJIDAD - (ARCHIVO CEE2-XLS)

Tabla Anexa- Referencia de códigos incluidos en la Tabla: Niveles guía de CEE- para provisión de agua a plantas potabilizadoras de tipo convencional simple A1, secundarias A2, avanzadas (con carbón activado/ afino) A3

REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS - CUENCA DEL PLATA

SELECCION DE LOS NIVELES GUIA DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCION DE LOS DIFERENTESUSOS DEL RECURSO

USO I : AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL /USO II : AGUA PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS CON CONTACTO DIRECTO /
 USO III : AGUA PARA ACTIVIDADES AGROPECUARIAS USO /IV: PROTECCION DE VIDA ACUATICA

Parámetro	Unidad	Usos			
		I	II	III	IV
Temperatura	° C	*	*	*	
Turbidez	UNT	*	*	*	*
pH	U pH	6,5 -8,5	6,5 -8,5	6,5 -8,5	6,5 -8,5
Conductividad	us/cm	*	*	*	*
Oxígeno disuelto	mg O2/l	35	35	34	35
DBO5 - 20 °C	mg O2/l	£ 3	£ 3	£ 3	£ 3
Cloruros	mg/l	250	*	250	*
Nitrógeno Amoniacal	mg N/l	0.5	*	*	0,02 (a)
Nitrógeno de Nitratos	mg N/l	10	*	*	*
Nitrógeno de Nitritos	mg N/l	£ 0,1	*	*	£ 0,06
Coliformes Totales	NMP/100ml	£ 5000 (b)	*	£ 1000	*
Coliformes Fecales	NMP/100ml	£ 1000 (b)	£ 200	*	*
Compuestos Fenólicos	mg Fenol/l	£ 0,001	*	*	£ 0,001
Cianuros	mg/l	£ 0,01	£ 0,01	£ 0,01	£ 0,005
Arsénico	mg/l	£ 0,05	£ 0,05	£ 0,05	£ 0,05
Cadmio	mg/l	£ 0,005	£ 0,005	£ 0,005	£ 0,0002
Cobre	mg/l	£ 0,10	*	£ 0,20	£ 0,002
Plomo	mg/l	£ 0,05	*	£ 0,05	£ 0,001
Zinc	mg/l	£ 5	£ 5	£ 5	£ 0,03

Propuesta del componente Calidad de Agua

	I	II	III	IV	
Hierro Total	mg/l	*	*	£ 5	£ 0,3
Cromo Total	mg/l	£ 0,05	£ 0,05	£ 0,05	£ 0,002
Mercurio	ug/l	£ 0,2	£ 0,2	*	£ 0,1
DQO	mg O2/l	*	*	*	*
Fósforo Total	mg P/l	*	*	*	*
Detergentes Aniónicos	mg SAAM/l	£ 0,5	*	*	*
Hidrocarburos Totales	mg/l	£ 0,2	*	*	*
Compuestos orgánicos tóxicos de origen industrial		-	*	*	-
Plaguicidas		-	*	*	-
Sulfatos	mg/l	£ 200	*	*	*
Dureza	mgCO3Ca/l	£ 100	*	*	*
Calcio	mg/l	*	*	*	*
Sodio	mg/l	*	*	*	*
Potasio	mg/l	*	*	*	*
Fluor	mg/l	£ 1,5	£ 1,5	£ 1,5	*
Boro	mg/l	£ 1,0	*	*	£ 0,75
Manganeso	mg/l	£ 0,05	*	£ 0,20	£ 0,1
Aluminio	mg/l	£ 0,20	*	£ 5	£ 0,1

TABLA N°1 1/3
REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS - CUENCA DEL PLATA

SELECCION DE LOS NIVELES GUIA DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCION DE LOS DIFERENTES

USO I : AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL/ USO II : AGUA PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS CON CONTACTO DIRECTO/ USO
III : AGUA PARA ACTIVIDADES AGROPECUARIAS/ USO IV: PROTECCION DE VIDA ACUATICA

Parámetro	Unidad	I	Usos II	III	IV
Selenio	mg/l	£ 0,01	£ 0,01	£ 0,02	£ 0,001
Bario	mg/l	*	*	*	*
Plata	mg/l	£ 0,05	*	*	£ 0,0001
Níquel	mg/l	£ 0,025	*	£ 0,20	£ 0,025
Estaño	mg/l	*	*	*	*
Benceno	ug/l	10			300
Tetracloruro de carbono	ug/l	3			
1,2 Dicloroetano	ug/l	10			
1,1 Dicloroetileno	ug/l	0,3			
Tetracloroetileno	ug/l	10			260
Tricloroetileno	ug/l	30			
Pentaclorofenol	ug/l	10			0,5
2,3,4- Triclorofenol	ug/l	10			18
Benzo (a) pireno	ug/l	0,01			
Cloroformo	ug/l	30			
Monoclorobenceno	ug/l				15
Diclorobenceno	ug/l			2,5 (c) / 4,0 (d)	
Triclorobenceno	ug/l			0,9 (e) / 0,5 (f)	
					0,65 (g)

Parámetro	Unidad	Usos			
		I	II	III	IV
Tetraclorobenceno	ug/l				0,10 (h) / 0,15 (i)
Pentaclorobenceno	ug/l				0,03
Hexaclorobenceno	ug/l	0,01			0,0065
Monoclorofenol	ug/l				7
Diclorofenoles	ug/l				0,2
Tetraclorofenoles	ug/l				1
Étilbenceno	mg/l				0,7
Hexaclorobutadieno	ug/l				0,1
DBP	ug/l				4
DEHP	ug/l				0,6
Otros esteres ftálicos	ug/l				0,2
Aldrin / Dieldrin (k)	ng/l	30			4 (j)
Clordano	ng/l	300			6
DDT	ng/l	1000			1
Endosulfán	ug/l				0,02
Endrin	ng/l	200 (j)			2,3
Heptacloro y epóxido de heptacloro .	ug/l	0,1			0,01

TABLA N°1 2/3
REPUBLICA ARGENTINA

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRICOS - CUENCA DEL PLATA

SELECCION DE LOS NIVELES GUIA DE CALIDAD DE AGUA EN FUNCION DE LOS DIFERENTES USOS DEL RECURSO

USO I : AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL/ USO II : AGUA PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS CON CONTACTO DIRECTO/ USO III : AGUA PARA ACTIVIDADES AGROPECUARIAS/ USO IV: PROTECCION DE VIDA ACUATICA

Parametros	Unidad	Usos			
		I	II	III	IV
Isómeros de hexacloro ciclohexano .(HCH)	ug/l	3 (k)			0,01
Herbicidas fenoxílicos (2,4 D)	ug/l				
Difenilos policlorados (PCB) (Total) .	ng/l				
Tolueno	ug/l				
Toxafeno	ng/l	5000 (j)			
Metoxicloro	ug/l				
Diazinon	ug/l	14 (j)			
Metil Paration .	ug/l	7 (j)			
Paration	ug/l	35 (j)			
Plaguicidas Totales	mg/l	0,1 (j)			
Radiactividad					
a	Bq/l				
b	Bq/l				

Referencias:

* No se adopta valor de referencia .

(a) como NH3 no ionizado/ (b) el 80 % de los datos colectados deben cumplir/ (c) 1,2 y 1,3/ (d) 1,4/ (e) 1,2,3 / (f) 1,2,4/ (g) 1,3,5/ (h) 1,2,3,4 y 1,2,3,5/ (i) 1,2,4,5/ (j) Canadá guía 1978/ (k) Lindano (g-IICH)

Propuesta del componente Calidad de Agua

LISTADO DE PARÁMETROS Y VALORES LÍMITE QUE ENCUADRAN LA CALIDAD DE UN CUERPO DE AGUA ACORDE A LA APTITUD DE USO COMO FUENTE DE AGUA POTABLE (CATEGORÍAS A1,A2,A3)

Parámetros	Unidad	Cat. A1	Cat. A1	Cat. A2	Cat. A2	Cat. A3	Cat. A3
pH	UpH	6,5-8,5		5,5-9		5,5-9	
Coloración (después de la filtración simple)	mg/l Pt.	10	20(0)	50	100(0)	50	200 (0)
Materiales totales en suspensión	mg/l MES	25					
Temperatura	C	22	25(o)	22 25(o)	22	25(0)	
Conductividad	us/cm a 20° C	1000		1000		1000	
Olor (fact.dilución a 25°)		3		30		20	
Nitratos	mg/l (NO3)	25	50(0)	50(0)		50(0)	
Fluoruros	mg/l f	0,7	-1 1.5	0,7	-1,7	0,7	-1,7
Cloro orgánico total extraíble	mg/l (cf)						
Hierro disuelto	mg/l (Fe)	0.1	0.3	1	2	1	
Manganeso	mg/l (mn)	0.05		0.1		1	
Cobre	mg/l (Cu)	0.02	0.05 (0)	0.05		1	
Zinc	mg/l Zn	0.5 3	1	5	1	5	
Boro	mg/l (b)	1		1		1	
Berilio	mg/l (Be)						
Cobalto	mg/l (Co)						
Níquel	mg/l (Ni)						
Vanadio	mg/l (V)						
Arsénico	mg/l (As)	0.01	0.05		0.05	0.05	0.1
Cadmio	mg/l	0.001	0.005	0.001	0.005	1.001	0.005
Cromo total	mg/l (Cr)		0.05		0.05		0.05
Plomo	mg/l (Pb)		0.05		0.05		0.05
Selenio	mg/l SE9		0.01		0.01		0.01
Mercurio	mg/l (Hg)	0.0005	0.001	0.0005	0.001	0.0005	0.001
Bario	mg/l (Ba)		0.1		1		1
Cianuro	mg/l CN		0.05		0.05		0.05
Sulfatos	mg/l (SO4)	150	250	150	250(0)	150	250(0)
Cloruros	mg/l (cl)	200		200		200	
Agentes tensoactivos (que reacciona ante azul de metileno)	mg/l (lauryl-sulfato)	0.2		02		0.5	
Fosfatos	mg/l	0.4		0.7		0.7	
Fenoles (índice fenoles) para anitralina 4 aminoantipirina	mg/l (6H5CH)		0.001	0.001	0.005	0.01	0.1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados (después de extracción por éter de petróleo)	mg/l		0.05		0.2	0.5	1
Carburo aromático policíclico	mg/l		0.5		0.2		0.5 1
Carburo aromático policíclico	mg/l		0.0002		0.0002		0.0001
Plaguicidas total (Paration, HCH, dieldrina)	mg/l		0.001		0.0025		0.005
Demanda Química de Oxígeno, (DQO)	mg/l (o2)					30	
Tasa de saturación de oxígeno disuelto	%O ₂	>70		>50		%30	

Parámetros	Unidad	Cat. A1	Cat. A1	Cat. A2	Cat. A2	Cat. A3	Cat. A3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) a 20° C sin nitrificación	mg/l	<3		<5		<7	
Nitrógeno Kjeldahl (exceptuado NO3)	mg/l (8)	1		2		3	
Amoníaco	mg/l(NH4)	0.05		1	1.5	2	4 (0)
Sustancias extraíbles con cloroformo		0.1		0.2		0.5	
Carbono orgánico total							
Carbono orgánico residual	mg/l						
tras floculación y filtración en membrana (5u) TOC							
Coliformes totales 37° C	/100ml	50		5000		50000	
Coliformes fecales	/100ml	20		2000		20000	
Estreptococos fecales	/100ml	20		1000		10000	
Salmonelas		ausente en 5000ml		ausente en 1000 ml			

Referencias V. Guía: Valor Guía V. Imp.: Valor Imperative (Obligatorio) O.: Circunstancias climáticas o geográficas excepcionales

2-9) PROGRAMA DE RELEVAMIENTO DE CALIDAD DE AGUA DE CURSOS SUPERFICIALES EN LA ALTA CUENCA DEL RÍO BERMEJO Y DEL GRANDE DE TARIJA EN LA REPÚBLICA DE BOLIVIA IMPLEMENTADO POR EL PEA

Se está actualmente trabajando en el área a fin de caracterizar los diferentes tramos de los ríos en estudio, en función de la aptitud de sus aguas para diferentes usos. La Ley General de Medio Ambiente en vigencia en dicho país desde Diciembre de 1.995 establece los requisitos para una categorización asociada al aprovechamiento como fuente de agua potable, uso recreativo, preservación de recursos hidrobiológicos, riego, uso industrial, acuicultura, abrevadero de animales y navegación que va en sentido decreciente desde el grado A, hasta B, C, y D.

El desarrollo de campañas de monitoreo en los diferentes tramos de los cursos superficiales, relevamiento de efluentes volcados tanto de tipo industrial como municipales y su incidencia en la calidad del agua esta siendo evaluada para los diferentes periodos hidrológicos y en función de la capacidad de autodepuración del río (modelos matemáticos tipo QUAL 2EU)

Se han presentado ya algunos informes parciales que permiten ir caracterizando en base a la categorización enunciada (A, hasta D) los diferentes tramos en estudio y se prevé la implementación de medidas de mitigación a fin de preservar los usos priorizados en cada "departamento" o jurisdicción del país.

En nuestro caso el PEA desea conocer la hidrometereología de la zona en estudio para evaluar el comportamiento estacional del río (volúmenes, caudales, aporte sedimentológico), calidad ambiental y usos demandados (riego, industrias, agua potable), derecho de aguas, calidad de efluentes y "Cargas máximas" permisibles para preservación de los usos regionales. Estas evaluaciones preliminares, el mantenimiento y perfeccionamiento futuro del Programa, son factores claves para la planificación del aprovechamiento integral de las aguas del Bermejo en Argentina .

Se prevee para la preservación de los usos del agua en las jurisdicciones de Salta, Jujuy, Formosa y Chaco la implementación futura de Programas similares, que podrán utilizar como "Base" los niveles de calidad de agua, caudales de flujo líquido y sólido de poluentes e información ambiental relevante que aporten desde Bolivia los actuales Programas en ejecución y futuros a establecer en la cuenca.

Las referencias empleadas en los informes en ejecución para el PEA en Bolivia incluyen como enunciamos las cuatro clases de agua establecidas en el Reglamento de Contaminación Hídrica de la Ley 1.333 que define los requisitos para jerarquizarlas como Clases A, B, C y D

2-9-a) CLASIFICACION DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

USOS	CLASE A	CLASE B	CLASE C	CLASE D
1- Para abastecimiento de agua potable después de:				
a) Sólo una desinfección y ningún tratamiento.	SI	NO	NO	NO
b) Tratamiento solamente físico y desinfección.	No Necesario	SI	NO	NO
c) Tratamiento físico-químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.	No Necesario	No Necesario	SI	NO
d) Almacenamiento prolongado o presedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	No Necesario	No Necesario	No Necesario	SI
2- Para recreación de contacto primario: natación, esquí, inmersión.	SI	SI	SI	NO
3- Para protección de los recursos hidrobiológicos.	SI	SI	SI	NO
4- Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada que sean ingeridas crudas sin remoción de ella.	SI	NO	NO	NO
5- Para abastecimiento industrial.	SI	SI	SI	SI
6- Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana.	SI	SI	SI	NO
7- Para abrevadero de animales.	NO (*)	SI	SI	NO
8- Para la navegación (**)	NO (**)	SI	SI	SI

(SI)Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes (*)No en represas usadas para abastecimiento de agua potable. (**)No para navegación a motor. (***)No aplicable a acuíferos.

2-9-b) Comparación de Normas de Calidad de Agua de Cuenca del Plata (Uso I), propuesto por la República Argentina /Clase B de la República de Bolivia y exigidas por la CEE que corresponden a puntos de extracción para fuentes de provisión de agua a Plantas Potabilizadoras que operan con Tratamiento de tipo Convencional

Parámetro	Unidad	R.A. Cuenca del Plata	Bolivia Tipo B	CEE Valor Guía	CEE Valor imperativo (A1)
Temperatura	° C			22	25
pH	U pH	6,5 a 8,5	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	
Turbidez	UNT				
Color			50	10	20 **
Colif. Totales	NMP/100 ml	5.000		50	
Colif. Fecales	NMP/ 100 ml	1.000	1.000	20	
Estreptococos Fecales	NMP/ 100 ml			20	
Salmonelas	NMP/ 100 ml			Ausente en 5000 ml	
Conductividad	uS/ cm			1.000	
Oxígeno Disuelto	mg / l	5,0	75 % de Sat	> de70%	
DBO	mg / l	< 3,0	< 5,0	< 3,0	
DQO	mg / l	< 10,0			
Detergentes	mg / l	< 0,5 (Det-aniónicos SAAM)	10		

Parámetro	Unidad	R.A. Cuenca del Plata	Bolivia Tipo B	CEE Valor Guía	CEE Valor imperativo (A1)
Nit.Amoniacal	mg / l	< 0,5	< 0,5	0,05	
Nit Nitratos	mg / l	10,0	50,0	25	50**
Nit de Nitritos	mg / l	0,1	1,0		
Fósforo Total	mg / l	-	0,5	0,4 (P04)	
Cloruros	mg / l	250	300	200	
Sulfatos	mg / l	200	400	150	250
Cianuros	mg / l	0,01	0,1		0,05
Fluoruros	mg / l	1,5	1,7	0,7 a 1,0	1,5
Boro	mg / l	1,0	1,0	1,0	
Calcio	mg / l		300		
Magnesio	mg / l	< 0,05	100		
Sodio	mg / l		200		
Arsénico	mg / l	< 0,05	< 0,05	0,01	0,05
Aluminio	mg / l	< 0,2	0,5		
Bario	mg / l		1,0		
Cadmio	mg / l	0,005	0,005	0,001	0,005
Plomo	mg / l	0,05	0,05		0,05
Cobre	mg / l	0,1	1,0	0,02	0,05**
Cromo Total	mg / l	0,05	0,05		0,05
Estaño	mg / l		2,0		
Hierro	mg / l		0,3	0,1(disuelt)	0,3
Manganeso	mg / l		1,0	0,05	
Mercurio	mg / l	0,0002	0,0001	0,0005	0,001
Níquel	mg / l	0,025	0,05		
Plata	mg / l	0,05	0,05		
Selenio	mg / l	0,01	0,01		
Cinc	mg / l	5	0,2	0,5	3,0
Fenoles	mg / l	0,001	1,0	0,001	
Hidrocarburos Totales	mg / l	0,2		0,05	
Aldrin	ng/l	30			
Clordano	ng/l	300			
Aldrin / Dieldrin	ng/l	30			
Endrin	ng/l	200			
Endosulfan	ng/l		0,07		
DDT	ng/l	1.000			
Paration	ug/l	35			
Plaguicidas Totales	mg / l	0,1			

** A definir ante circunstancias geográficas y/o climatológicas excepcionales

Propuesta del componente Calidad de Agua

3. DISEÑO DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A OPERAR EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO

Se resumen a continuación las Estaciones que fueron seleccionadas para el monitoreo en base a los fundamentos técnicos detallados luego en el Punto 5, de los que se utiliza solo la alternativa elegida para el caso concreto de la Cuenca en estudio y objetivos ya delineados en el Punto 1.

3-1) LISTADO Y LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES PROPUESTAS PARA LA RED DE MONITOREO (*)

Código	Río	Estación Propuesta	Provincia	Observaciones Categoría
N° 1*	Bermejo	Aguas Blancas	Salta	1* 2° Nivel
N° 2*	Bermejo	Juntas de San Antonio	Salta	2* 1° Nivel
N° 3*	Bermejo	Pozo Sarmiento Zanja del Tigre	Salta	3* 2° Nivel
N° 4*	Grande	Est. De Aforo San Juancito-	Jujuy	4* 3° Nivel
N° 5*	San Francisco	Estación de Aforo el Caimancito	Jujuy	5* 3° Nivel
N° 6*	Teuco	Santa Rita / Est. de Aforo a instalar	Formosa / Chaco	6* 3° Nivel
N° 7*	Bermejo	Est. De Aforo El Colorado	Formosa / Chaco	7* 3° Nivel

* La numeración expuesta es la adoptada en el mapa descriptivo que se puede ver en ANEXO

3-2) LISTADO DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA A PRIORIZAR EN EL PROGRAMA DE RELEVAMIENTO A NIVEL "CUENCA"

Las variables indicadas pueden ser complementadas por las que las autoridades regionales consideren de interés para el tramo en particular que se muestree, solicitándose como mínimo la información correspondiente a los siguientes:

Mediciones "In Situ"

Temperatura

Conductividad

pH

Turbidez

Oxígeno Disuelto (Fijar en campo y/o utilizar electrodos para OD) - Expresar resultados en % de Saturación tiempo y forma (VER TABLA 1) para una determinación confiable en Laboratorio

DBO	DQO	Amoniaco	Nitratos	Coliformes Totales
Coliformes Fecales	Compuestos Fenólicos	Hidrocarburos Totales		
Detergentes Aniónicos	Cianuros	Plomo Boro	Arsénico	Mercurio
Cromo total				
Cobre Sólidos	Totales Sólidos	Totales Disueltos		

Determinar el RAS (Relación de Absorción de Sodio) calculado en función del Sodio, Calcio, Potasio y Magnesio $RAS = 100 \times (Na / [Na + Ca + K + Mg])$

Las Concentraciones deben estar expresadas en miliequivalentes por litro

Plaguicidas Organo Clorados y Organo Fosforados

La frecuencia de monitoreo en las tres Estaciones principales de la Red : "Centroides" será mensual en el resto de las estaciones propuestas trimestral

3.3) EVALUACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO

Estimación de Costos operativos y determinaciones analíticas a efectuar:

Costo de las determinaciones analíticas y mediciones en campo, incluyendo materiales, preparación y calibración de equipos (buffers, reactivos para fijar / preservar muestras colectadas, etc.) para el listado de parámetros indicados en la Tabla inicial de \$320, considerando un valor medio para el caso de medición de plaguicidas del orden de \$80 por muestra.

Costo analítico Total por muestra colectada en cada punto de la transecta = \$ 400

Estaciones Principales:

Costo de campaña (estimado) relevamiento (viaje / viáticos) de 3 Estaciones de 1° y 2° Nivel en Salta de \$500. Costo analítico (estimado) para el monitoreo anual de las Estaciones de 1° y 2° nivel en la provincia de Salta

C. Analit. Tot. = { 12 campañas x [(\$ 400 / muestra) x (18 muestras/ camp)] } = \$ 86.400 Costo de relevamiento = 12 campañas x \$ 500/ camp = \$ 6.000

Costo anual del seguimiento de las Estaciones de 1° y 2° Nivel en la provincia de Salta \$ 92.400

Estaciones complementarias:

Costo analítico para el monitoreo anual de las Estaciones complementarias 4 muestreos durante el año. Costo analítico Total por muestras colectadas en cada punto de la transecta = \$ 400

Costo de campaña relevamiento (viaje / viáticos) - por Estación de \$100.

Costo analítico para el monitoreo anual de las Estaciones Complementarias Cost. Anal. Tot = { [(4 Camp. X 3 muestras/ estación) X 4 Estaciones x \$ 400/ muestr] } = \$19.200

Costo de relevamiento = { 4 campañas x [\$ 100/ estac x 4 Estac/ camp] } = \$ 1.600 Costo anual del seguimiento de las Estaciones complementarias en las provincias de : Jujuy (2) y Chaco/ Formosa (2) = \$ 20.800

Costo Total del monitoreo anual de Estac. De 1°, 2° Nivel y complementarias = \$ 113.200

Se prevee en principio un periodo de operación de 3 años para luego confirmar el diseño final a operar en forma permanente en la cuenca, en respuesta a la evaluación de los resultados obtenidos tanto de la red de Calidad de agua como de la hidrosedimentológica que aporta también información al Banco de Datos -La confirmación y/o reestructuración de los programas que se efectúen y otras tareas que la prosecución del Programa demande dependen de la evaluación final que se efectue a través del Equipo de especialistas que este a cargo del Banco de Datos de Calidad y del Sistema de Información Ambiental del Programa del PEA - COREBE

3.3.1) Equipamiento previsto para optimizar la operación de la nueva Red de Monitoreo de Calidad de Agua en el río Bermejo

Los Entes gubernamentales de Jujuy, Salta y Chaco que integraron el Grupo de Trabajo en la Cuenca, pueden llegar a optimizar las tareas de muestreo y procesamiento de las muestras colectadas mediante una coordinación similar a la efectivizada en la anterior campaña si se integran para los próximos monitoreos, los esfuerzos y el apoyo de los Entes de Formosa. La coordinación de medios tales como vehículos, lanchas, choferes, personal de muestreo y para las determinaciones analíticas en Laboratorio, equipamiento en estos últimos a fin de efectuar todas las mediciones factibles en cada uno de ellos, se vería beneficiada con el apoyo de nuevos medios que faciliten el muestreo y ahorren tiempo con determinaciones que se efectúen en campo, al respecto se efectúan algunas sugerencias a fin de operar la Red de Monitoreo propuesta.

Se listan a continuación algunos de los materiales que servirían a tal fin en el Programa que esta

implementando en la actualidad el PEA. Propuesta de equipos a adquirir para reforzar la capacidad operativa de los Laboratorios de los Entes regionales a cargo de las tareas de campaña y determinación analítica de los parámetros de calidad de agua a medir en el río Bermejo.

4. Sets de pH metros y Termómetros "de bolsillo" (4 x 100) \$400 (Ver en Anexo / Presupuestos Ref 3) / 4 Muestreadores completos (cable de 50 m, repuestos, contrapesos y "mensajeros") tipo Van Dorn \$ 2.000 / 1 Sensor multiparámetro HORIBA (\$5.800.) (Ver en Anexo Presupuestos Ref 1) Accesorios para determinación de Hg mediante un espectrofotómetro de absorción atómica de Marca SHIMATSU u otro a determinar de los Laboratorios intervinientes en el PROGRAMA Precio Estimado \$ 10.400

Capacitación de operadores

Cursos de entrenamiento para el personal que participa regularmente en campañas de monitoreo y de otras Instituciones públicas o privadas que apoyan a los Entes regionales, tales como Gendarmería, Policía, Escuelas de poblaciones alejadas de las ciudades principales. Estas suelen colaborar en el mantenimiento y manejo de Estaciones hidrometeorológicas, bajo la supervisión del personal idóneo de los Entes provinciales que participan en el Programa de la Red Hidrometeorológica y de Monitoreo de Calidad de Agua del PEA para la cuenca del río Bermejo.

Las tareas de "campaña", medición y registro de la información pueden ser optimizadas para un manejo confiable de la información que el personal de estos Entes puede llegar a aportar, que incluso acortaría el tiempo demandado por las tareas de muestreo en campo, calibración y mantenimiento de equipos que deban realizarse. Además de las operaciones asociadas al manejo de equipos de medición de parámetros de

calidad de agua y de los hidrometeorológicos cuando en dicha Estación sea "completa".

Costo estimado de un Curso de una semana de duración en Instalaciones y con equipamiento cedido por uno de los Entes regionales que participan en el programa: pasajes y viáticos al lugar donde se dicte el curso Aporte al profesor del orden de los \$1.800

Costo estimado de visitas a grandes instalaciones agroindustriales en cada una de las provincias que integran el Programa, incluyendo un Curso en Instalaciones y con equipamiento cedido por uno de los Entes regionales, tales como INTA y Entes a cargo del control de la contaminación ambiental que participan en el Programa. Con el objeto de aconsejar respecto a técnicas de aplicación de pesticidas, e incluyendo la temática de difusión de medidas correctivas para el manejo de efluentes industriales y "manejo ecológico y seguro de Procesos" en Plantas agroindustriales: Pasajes y viáticos a los lugares donde se dicten los cursos Aporte al plantel de profesores del orden de los \$4.000 (Base una Estación INTA y dos Establecimientos).

El diseño de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua se basa en el seguimiento sistemático de una serie de parámetros de relevancia para los usos fuente de agua potable, riego, pesca y recreación en algunos tramos del curso principal del río Bermejo ("Centroides" de Cuenca y sub-cuenca) que van a representar mediante su integración el comportamiento temporal y espacial de las variables de calidad, en cierta forma la "salud ambiental del sistema" definiendo las tendencias si existen procesos contaminantes y/o mejoras si se están implementando medidas de mitigación.

3.4) REPORTE Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN COLECTADA EN LA RED DE ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUA DEL RÍO BERMEJO

Reporte de datos de campaña Programa de Monitoreo de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Bermejo

Nombre de la Estación

Ubicación de la Estación	Fecha	Hora
Provincia	Río / Arroyo	
Departamento	Sub Cuenca	
Municipio y/o población más próximo	Responsable del muestreo FIRMA	
Cantidad de Planillas, cantidad y código de muestras enviadas al Laboratorio para análisis	Responsable del traslado de muestras	

Temperatura ambiente	Caudal Estimado	Vientos Dirección Velocidad	Nubosidad		Datos relevantes de la Estación
Parámetros determinados en Campo	Unidad	Margen Derecha	Centro	Margen Izquierda	Observaciones
Temperatura	°C				
Conductividad	uS/cm				
Turbidez	NTU				
pH	U pH				
Oxígeno Disuelto	mg/l				Medido con electrodo / o Fijado para Winkler
Oxígeno Disuelto	% de Saturación				

Reporte de datos de campaña Programa de Monitoreo de Calidad de Agua en la Cuenca del Río Bermejo Nombre del Laboratorio a cargo del procesamiento de muestras - Responsable del Informe del Laboratorio

FIRMA

Parámetros determinados en Laboratorio	Unidad Derecha	Margen Izquierda	Centro	Margen	Blancos	Obsrevac
DBO	mg/l					
DQO	mg/l					
Amoníaco	mg/l					
Nitratos	mg/l					
Hidrocarburos Totales	mg/l					
Compuestos Fenólicos	mg/l					
Colif. Totales	NMP/100ml					
Coliformes Fecales	NMP/100ml					
Detergentes Aniónicos	mg/l					
Sulfatos	mg/l					
Sólidos Totales	mg/l					
Sólidos Totales Disueltos	mg/l					
Mercurio	mg/l					
Plomo	mg/l					
Boro	mg/l					
Arsénico	mg/l					
Cromo Total	mg/l					
Cobre	mg/l					
Hierro	mg/l					
Sodio	mg/l					
Calcio	mg/l					
Magnesio	mg/l					
RAS						
Plaguicidas Organo						
Clorados y O. Fosforados	Ug/l					

Propuesta del componente Calidad de Agua

Informes mensuales

Diseño de reportes mensuales de cada campaña, que serán remitidos a cada uno de los Organismos Regionales Participantes del Programa, luego de una revisión y compaginación en el Organismo de Cuenca que concentre los datos de cada jurisdicción y Laboratorio actuante en los diferentes tramos del río. Estos deberán integrarse incorporando la información completa de los datos de campo y Laboratorio ya indicados en el punto previo en adición a los siguientes gráficos:

Concentración Del Parámetro en la Estación versus Distancia en Km a la desembocadura para las ubicadas en el curso principal y para Estaciones en tributarios distancia de la unión

con el río hasta la desembocadura Para las siguientes variables de Calidad

OD (en % de saturación)

DBO y DQO

Solid. Totales

Amoníaco

Conductividad

En adición a aquellos parámetros que superen los Niveles Guía de Calidad de Agua para la campaña en cuestión. Indicando en el gráfico Valor Promedio, Máximo y Mínimo reportados para cada estación

Diseño de reportes Semestrales o anuales (según se disponga) del programa de las campañas efectuadas, que serán remitidos a cada uno de los Organismos Regionales Participantes del Programa

Planillas de reporte por Estación y parámetro de Calidad de Agua

Estación N° Nombre: Parámetros medidos (unidad)	Mediana	Valor Max.	Valor Min.	Num de Datos	Desv. Estan dar	Coef. Varia ción	Per- centil 75-%	Per- centil 25-%	Susperación de Nivel Guía de C.A. por Uso			
									I	II	III	IV
Temp (°C)												
Cond. (uS/cm)												
pH												

El Listado de parámetros es el ya indicado para el reporte mensual de cada campaña de monitoreo: OD en % de Saturación, DBO, DQO, NH3, NO3, Hidrocarburos Tot. , Fenoles, Colif. Tot, Colif. Fec, etc. indicados en el punto previo en adición a los siguientes gráficos:

Concentración Del Parámetro en la Estación versus Distancia en Km a la desembocadura para las ubicadas en el curso principal y para Estaciones en tributarios distancia de la unión con el río hasta la desembocadura Se recomienda emplear el Método gráfico de Box y Whisker que utiliza los siguientes parámetros:

Mediana (considerando todos los datos de la Estación en el periodo)

Desvío Estándar, CV,

Percentil 75 N₁ (Distribución acumulada)

Percentil 25 N₂

Los gráficos deben presentarse en principio para las siguientes variables de C.A.

OD (en % de saturación) DBO y DQO

Solid.Totales

Amoníaco

Conductividad

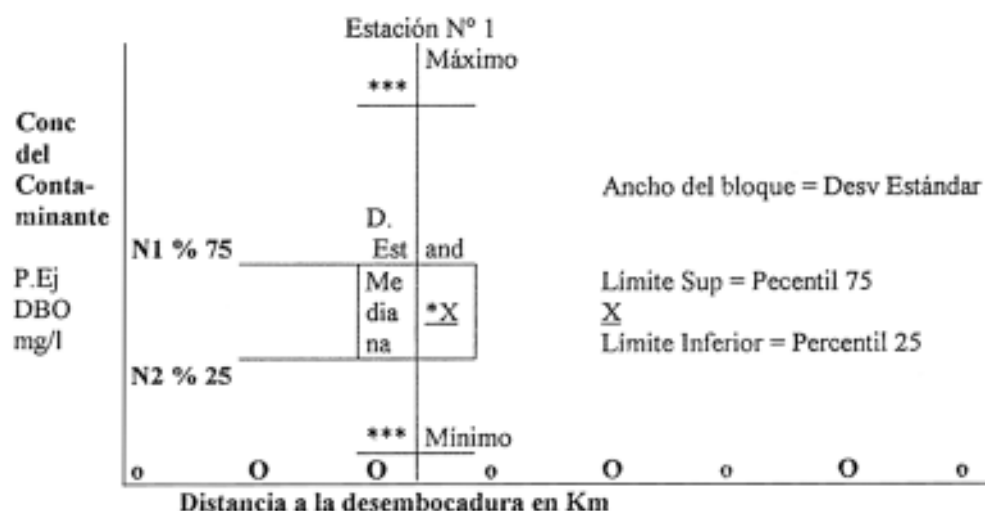
En adición a aquellos parámetros que superen los Niveles Guía de Calidad de Agua para alguna campaña o periodo en cuestión.

Informes mensuales



En caso de reportarse tributarios al Bermejo indicar distancia del punto de union al rio Principal hasta la desembocadura

Informes Semestrales / anuales



Pautas a tener en consideración para la preparación y efectivización de las campañas de muestreo de calidad de agua en la cuenca del río Bermejo

La base de las evaluaciones a efectuar respecto a los datos de calidad de las fases que sean analizadas (líquidas y sólidas) en el Programa de Monitoreo en la cuenca, está dada por la "representatividad" de las muestras que se colecten durante el periodo de estudio.

Con este fin deben respetarse ciertas normativas que hacen tanto a la preparación de la "campaña de muestreo" en campo como al muestreo en sí, de manera tal que los operadores puedan llegar sin inconvenientes hasta el punto elegido para "la toma" de muestras, poder efectuar el muestreo con equipos aptos y de manera segura, preservar adecuadamente las muestras a analizar y prever la forma más rápida para su medición precisa en campo o su envío al Laboratorio para dicho fin.

Los parámetros de Calidad de Agua que regularmente se controlan en cursos superficiales y efluentes pueden clasificarse en tres grupos :

- 1- Conservativos (su concentración no varía con el tiempo)
- 2- No conservativos / preservables (cambian con el tiempo pero pueden ser "estabilizados" al menos por 24 horas con tratamiento apropiado).
- 3- No conservativos : varían rápidamente con el tiempo y no pueden ser preservados, conviene medir "In

situ". (P. Ej. Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto)

Existen ciertas premisas a respetar tanto durante el muestreo como para el envío del agua colectada en las diferentes estaciones, se enuncian algunas de ellas en el ANEXO, bajo el título Recomendaciones operativas para la ejecución de campañas de monitoreo de Calidad de Agua, que incluyen el listado de reactivos para preservación de muestras y tiempos límites para ejecución de determinaciones analíticas confiables

3.5) SELECCIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO A ESTABLECER EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO, MACRO / MICROLOCALIZACIÓN EN LOS DIFERENTES TRAMOS

Se resume a continuación la metodología empleada para ubicar las diferentes Estaciones de primer a tercer Nivel a operar en el río Bermejo desde la Alta Cuenca hasta la desembocadura, los aspectos técnicos que fundamentan la importancia de los tramos a monitorear y jerarquía de las Estaciones a fin de cumplimentar los objetivos del Programa se explicitan en detalle en el Capítulo 7. La base de la selección está asociada al flujo de poluentes que circula por los diferentes tramos del río por lo que se evalúa en nuestro caso los caudales (Q) y el nivel de DBO (carga orgánica biodegradable) para una primera aproximación de zonas que puedan caracterizar el valor promedio de la DBO y comportamiento temporal y espacial a nivel cuenca.

Esquema de Cuenca y categorización de los diferentes tramos del río Bermejo Listado de los principales cursos superficiales con los respectivos caudales circulantes, incluyendo los tributarios desde las nacientes del Río Bermejo hasta su desembocadura.- Categorización de tributarios acorde al caudal medio anual estimado (BASE = B = 7 m³/seg.) y conformación del flujo másico aguas abajo para cada tramo del río Bermejo.

Alta cuenca del Bermejo

Río Orozas = 3 B
Río Santa Victoria = 1 B
Río Lipeo = 3 B
B Río Bermejo = 7
Total Alta Cuenca del Bermejo = 14 B

Sub Cuenca del Río Tarija

Río Guadalquivir = 3 B
Río Tolomosa = 1 B
Río Camacho = 3 B
Río Salinas = 4 B
Río Tarija 1 = 4 B
Río Itaú = 3 B
Río Grande de Tarija = 17 B

Cuenca media del Bermejo

Río Grande de Tarija = 17 B

Río Pescado = 14 B
Río Blanco = 4 B
Río Colorado = 3 B
Río San Francisco = 14 B

Sub Cuenca del Río San Francisco

Río San Francisco (inicio) = 3 B
Río Valle Grande - Río San Lorenzo = 4 B
Río Ledesma = 2,5 B
Río Grande = 2 B
Río Lavayén = 2,5 B

Cuenca baja del Bermejo

Río Teuco = 65 B
Río Bermejo = 66 B
Tramo final

Como enunciamos previamente efectuamos una primera estimación del "Centroide de cuenca" en base a los aspectos hidrológicos, muy correlacionados, como se comenta luego en el Capítulo 9, con el aporte de sólidos en suspensión que transporta el río en sus diferentes tramos. El tramo conformado luego de la unión de los ríos Orozas y Sta Victoria hace que este posea una Categoría:

$$\text{Cat a} = 3 + 1 = 4$$

El tramo ubicado aguas abajo del Lipeo (de Nivel = 3) posee una Cat b = Cat a + 3 = 7 Los aportes por escorrentía al Bermejo hasta su confluencia con el Grande de Tarija incrementan en 7 su nivel por lo que alcanza una Cat c = 14

El Río Grande de Tarija posee en su tramo final una Categoría = 17 B

Por ello el tramo del Bermejo conformado luego de su confluencia posee ahora una Categoría d = 14 + 17 = 31

El tramo siguiente es el que se conforma luego de la unión del río Pescado (que incluye el aporte del Iruya) y que posee una Cat e = Cat d + 14 B = 45 B

El tramo siguiente es el que se conforma luego de la unión del río Blanco por lo que posee un nivel de Cat f = Cat e + 4 B = 49 B

El tramo siguiente es el que se conforma luego de la unión del río Colorado y posee un nivel de

$$\text{Cat g} = \text{Cat f} + 3 B = 52 B$$

El tramo siguiente es el que se conforma luego de la unión del río San Francisco (conformado por Lavayén + Grande + San Lorenzo) y posee un nivel de

$$\text{Cat h} = \text{Cat g} + 14 B = 66 B$$

El Centroide a Nivel "Cuenca total" estaría representado por el tramo que posea un Valor de 33 B o el más próximo y que cumplimente además facilidades para un monitoreo "representativo y eficiente" para los objetivos de nuestro estudio por lo que la zona elegida sería la indicada con Cat d = 31 B. Esta se halla luego de la confluencia del río Grande de Tarija y la

Estación de muestreo recomendada. Debería estar próxima a las Juntas del San Antonio /Colonia Colpaya, sobre el Río Bermejo y antes del ingreso del Río Pescado. Debería verificarse la aptitud de la estación hidrométrica que operaba en la zona.

Considerando ahora el tramo superior se recomendaría para Centroide de Sub. Cuenca el tramo que posea un Nivel próximo a 16,5 B - Que debe ubicarse luego de la desembocadura del Río Lipeo siendo el Lugar ideal el tramo existente antes del ingreso del Grande de Tarija que posee Cat c = 14 B

La Estación de aforo cercana al puente internacional de Aguas Blancas , en Territorio salteño cumple estos requisitos, aunque el valor requerido es mayor, pero luego de las Juntas de San Antonio el error por exceso genera aún más problemas y su categoría (14 B) cumple mejor los requisitos para fijar allí una Estación de 2° Nivel

Considerando ahora el tramo inferior conformado solamente por los aportes de los ríos ubicados debajo de la Junta de San Antonio y cuyas Categorías suman ahora 35 B. Se recomendaría para Centroide de Sub. Cuenca el tramo que posea un Nivel igual al valor medio de los tributarios que conforman ese tramo o sea del orden de los 17,5 B, esto nos lleva a una situación conflictiva dado que existen tributarios relevantes como el Río Pescado y Blanco por un lado y el Colorado y San Francisco por otro.

En principio el lugar a recomendar debería situarse luego del Río Blanco sobre el tramo del Bermejo categorizado como Cat f , que en el nuevo balance de masa le corresponderían 18 B en lugar de las 49 B que traía desde las nacientes. Valor próximo a las 17,5 buscadas., el Lugar más propicio es Zanja del Tigre / Pozo Sarmiento, donde se puede además efectuar el aforo líquido y de material sólido circulante. Por lo que allí se establecerá otra Estación de 2° Nivel

La otra alternativa : monitorear las aguas del San Francisco en la Estación de Aforo El Caimancito no satisfaría plenamente nuestros objetivos ni la base metodológica adoptada.

Resumiendo la situación consideramos como Estación de 1° Nivel o Centroide de Cuenca a:

- * la nueva que pueda implementarse luego de la "Junta de San Antonio" Al menos para la colecta de muestras de agua, tratando de evaluar la información de caudal si se activa nuevamente la Estación de aforo que allí funcionaba o en base a datos del Grande de Tarija y del Bermejo antes del ingreso del Río Pescado (P.Ej el Caudal en Aguas Blancas).

Las Estaciones de 2° Nivel o Centroide de Sub. Cuenca a las Siguientes:

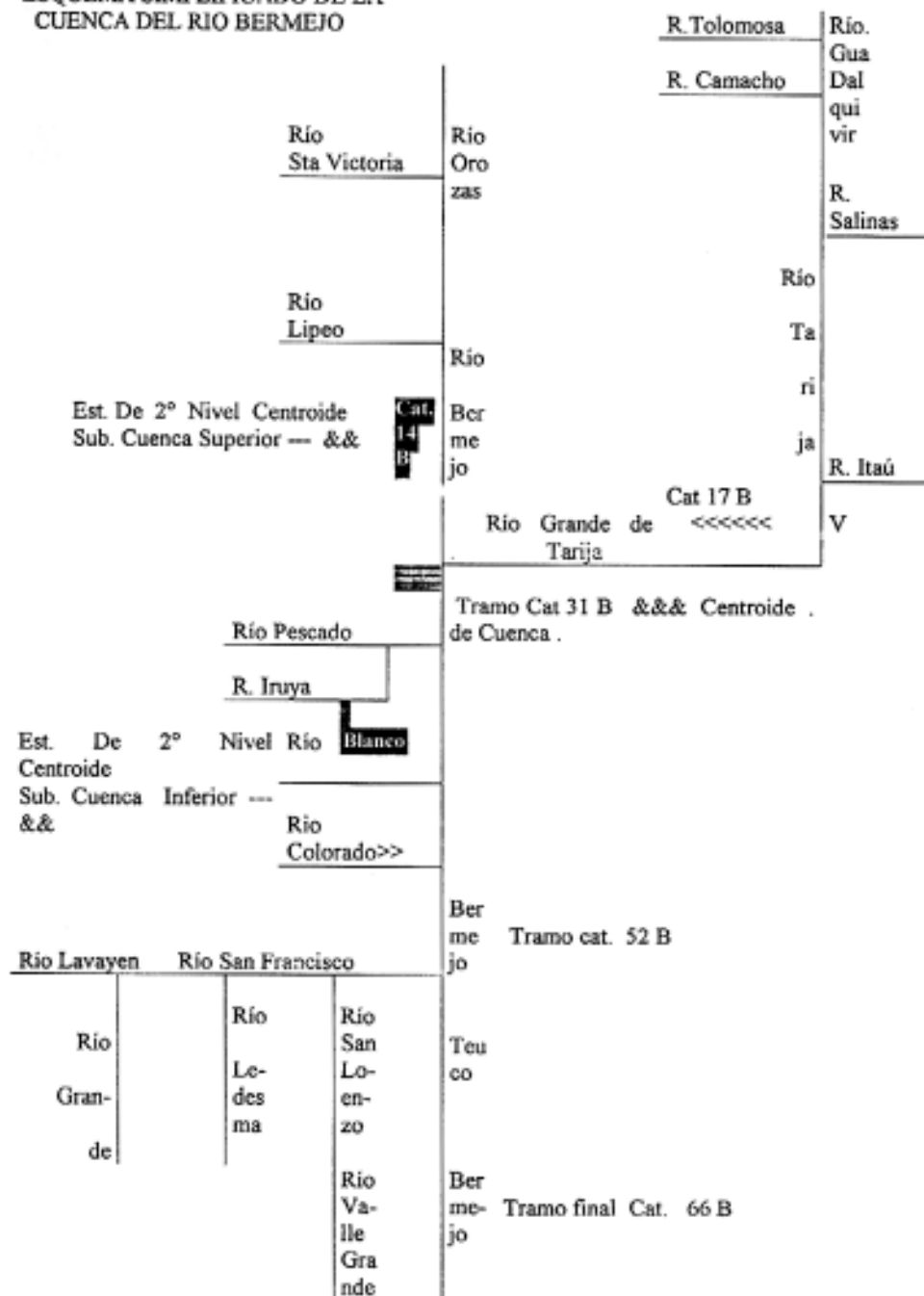
- * Estación de aforo Aguas Blancas / Puente internacional - Para el tramo superior

- * Zanja del Tigre / Pozo Sarmiento - Para el tramo inferior.

Se han elegido como Estaciones "Complementarias", a las que se asigna una frecuencia de monitoreo de tipo trimestral, para facilitar la información mensual a ser reportada por las de 1° y 2° Nivel ("Centroides") a las siguientes: Estación de aforo San Juancito, sobre el Río Grande en la Provincia de Jujuy. Estación de aforo El Caimancito, sobre el Río San Francisco en la Provincia de Jujuy. Estación de aforo a instalar en Santa Rita, sobre el Río Teuco/ Bermejo en la Provincia de Formosa. Estación de aforo El Colorado, sobre el Río Bermejo, en la Provincia de Chaco/ Formosa

Referencia de caudales utilizados para el presente prediseño: Informe CIC - Comité Intergubernamental Coordinador de Países Integrantes de Cuenca del Plata . denominado: "Sistema de Información sobre Calidad de Agua y para el Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata - 1° Etapa Diagnóstico y Prediseño - Informe Final G. Mallinow - Coordinador del Grupo de profesionales que elaboró el trabajo- Junio de 1.998.

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA
CUENCA DEL RIO BERMEJO



3.6) ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS A EXTRAER DURANTE EL PERIODO ANUAL Y FRECUENCIA DE MUESTREO PARA OBTENER VALORES MEDIOS DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO MEDIANTE EL PROGRAMA DE MONITOREO A IMPLEMENTAR

Dentro de las variantes para el cálculo del número de datos requeridos para la obtención de un resultado promedio "estadísticamente confiable", que se explicitan en el Capítulo 5 se adoptó para estimar el comportamiento y nivel concentración de los parámetros relevantes de calidad de agua, la alternativa de acotar la exactitud de los valores medios (X) a obtener y operar con un nivel de confianza del orden del 95%.

La cantidad de datos requerida para caracterizar el comportamiento temporal y espacial a nivel cuenca / subcuenca, de los diferentes parámetros monitoreados implica un planteo independiente para cada uno de ellos. Dado que estos pueden variar acorde a diferentes rangos en zonas y/o en épocas diferentes dentro de las mismas, los valores medios (X) a obtener acotados ya en base a la variabilidad o a la exactitud deben referirse en principio a pocos parámetros, a Índices de Calidad ICA (agrupan a los principales - Ver Capítulo 10) o a uno "clave" como indicador de poluentes para la cuenca, hasta tanto la información sea suficiente para optimizar el diseño de Red acorde a nuevos requerimientos con otras variables.

Consideramos relevante en nuestro caso la obtención de información estadísticamente confiable referida a la carga orgánica biodegradable DBO que transporta el río, por ello resumimos para esta primera estimación de la cantidad de datos a manejar para el presente estudio a fin de evaluar la cantidad de datos anuales requeridos, frecuencia de muestreo y cantidad de Estaciones que satisfarían el Programa. La selección de otro parámetro de calidad de agua puede llevarnos a una situación diferente en cuanto a número de muestras y frecuencia que podrá o no confraternizar con la presente.

3.6.1) Establecimiento del número total de muestras a coleccionar anualmente en la cuenca en base a los datos reportados de DBO.

Informes de Estaciones del Río Bermejo Campaña de Noviembre de 1998./ y Antecedentes previos valores de la provincia de Salta: DBO (mg/l)

0,9	0,6	1,1	1,1 - otros antecedentes del área:					
0,95	3,3	1,1	5,0	1,95	1,6	1,6	10,4	3,0

Campaña de Noviembre de la provincia de Jujuy: DBO (mg/l)

1,9	0,7	170*	0,8	0,6	1,6
-----	-----	------	-----	-----	-----

Campaña de Noviembre de la provincia de Chaco/ Formosa: DBO (mg/l)

9,4	7,9	7,8	18
-----	-----	-----	----

* Dato no considerado en el análisis estadístico (Fuera de rango - confiable para el cálculo de X promedio - Ver Monograma en Anexo)

Si utilizamos como alternativa para el diseño a fin de estimar N (cantidad de muestras a extraer), la de limitar la exactitud del valor medio a calcular,

Se requiere la siguiente información previa:

1- Nivel de confiabilidad requerido ($1 - \partial$) ∂ 95%

2- Valor promedio de la serie de datos (X)

3- Desvío Estándar (Sx) de la serie de datos reportados

4- Coeficiente de Variación de la población de datos a analizar. ($CV = Sx / X$ promedio)

5 - Exactitud requerida para el valor medio buscado. (Utilizamos $D = 15\%$) Se recomienda una doble iteración, en especial si el número de datos que constituye la información inicial es pequeño (menos de 30).

Para la primera iteración se emplea la formula:

$$N_1 = \{[(CV \times Z(\alpha/2))] \div (D/100)\}^2$$

Donde:

* $Z \alpha/2$ = Área bajo la curva de distribución normal, para una confiabilidad del orden requerido ($1 - \partial$). (Ver Tabla 4.8 En Anexo- Fuente Referencia N° 7)

* D es el desvío permisible entre el valor medio estimado y el real expresado como % del valor real ($D = 15\%$) Para la segunda iteración se utiliza :

$$N_2 = \{[(CV \times t(\alpha/2; N-1))] \div D/100\}^2$$

Existe similitud entre esta formulación y la enunciada, pero ahora trabajamos con $CV = Sx / X \sim$

"t" corresponde al valor de la "t" de Student extraído de las Tablas respectivas (W.S. Gosset) para N-1 grados de libertad y un nivel de confiabilidad (determinado, 95 %) (Ver Tabla 4.9, En Anexo-Fuente - Referencia N° 7)

Para un D del 15 %

$$N_1 = [(1,19 \times 1,962) / 0,15] \text{ Exp } 2 = 242,3$$

Para un D del 10 %

$$N_1 = [(1,19 \times 1,962) / 0,10] \text{ Exp } 2 = 545,1$$

(desestimada para el presente Estudio)

El ajuste del número de muestras a coleccionar por año mediante la fórmula N2 que emplea las tablas de "t" de Student, utilizando (N = 242 - 1), t 0,025 / que nos lleva al siguiente valor:

Para un D del 15 %

$$N_2 = [(1,19 \times 1,98) / 0,15] \text{ Exp } 2 = 246,7$$

& 2° Iteración

Cantidad de datos requeridos = 247

Los datos futuros para evaluar el comportamiento de X DBO y de los valores medios para el resto de los parámetros provendrá de la operación de la nueva Red de Monitoreo de Calidad de Agua del Río Bermejo, basada en las mismas premisas de rangos y exactitud acotadas para la DBO. La cantidad de datos a manejar es en principio 247 anuales, que quizás sean excesivos para obtener X de variables tipo temperatura, pH, NH3, pero insuficientes para coliformes, la información existente a la fecha nos permite por ahora trabajar bien con el parámetro elegido.

El criterio para la distribución temporal de la cantidad de muestras a coleccionar se basa en que ningún periodo es relevante, por lo que se eligió un muestreo mensual para ir conociendo y confirmando la información no sistemática relevada en diversos tramos del río y tributarios.

Respecto a estos últimos analizaremos que acontece en el curso principal del río Bermejo, luego de recibir el aporte respectivo y no los X de los tributarios. Se incluye un relevamiento trimestral en ciertas zonas específicas para caracterizar

estacionalmente el comportamiento de las variables de interés regional y de las provincias de Jujuy, Chaco-Formosa en particular. (Estaciones de 3° Nivel) El criterio para la distribución espacial de la cantidad de muestras a coleccionar se basa en la metodología ya expuesta de Estaciones de 1° y 2° Nivel, localizadas en los "Centroides" de cuenca y sub cuenca, de ellas se extraerá en principio el 80 % de los datos con los que se calcularán los promedios. El 20 % restante lo proveerán las muestras coleccionadas en las Estaciones de tercer Nivel de relevancia provincial ubicadas en otros tramos relevantes del río principal y tributarios y monitoreadas una frecuencia trimestral.

Resumiendo se adopta la alternativa de obtener valores medios X de DBO utilizando prioritariamente los datos de las Estaciones ubicadas en los "Centroides" de 1° y 2° Nivel, utilizando una frecuencia mensual a estos se agregan los datos aportados como complemento de las 4 estaciones ya enunciadas de (3° Nivel), por lo que se propone el siguiente:

Programa de muestreo y número de datos a coleccionar por estación en el río Bermejo:

Dos muestreos consecutivos en cada Estación de 1° y 2° "Nivel", efectuados con no menos de media hora entre los mismos y extrayendo de 3 puntos en cada transecta (márgenes y centro), esto nos darían una cantidad de muestras a analizar del orden de:

* $N_1 = (12 \text{ meses}) \times (3 \text{ muestras por Estación}) \times [3 \text{ Estaciones centroides (1° 2° Nivel)}] \times [2 \text{ extracciones en cada punto}] = 216 \text{ datos de DBO en Total}$
4 muestreos anuales en las Estaciones complementarias

* $N_2 = (4 \text{ meses}) \times (3 \text{ muestras por Estación}) \times [4 \text{ Estaciones de 3° Nivel}] = 48 \text{ datos de DBO}$

El Total anual estaría conformado por las Estaciones de 1° y 2° Nivel y las complementarias que llevarían la cantidad de datos a $N_1 + N_2 = (216 + 48) = 264$, con el que satisficiríamos lo requerido a nivel estadístico para trabajar con un desvío del 15 %, para los valores medios X y con un nivel de confianza del 95 %

(Valor hallado de N = 247; - para D = 15 %)

4.

ASPECTOS TÉCNICOS Y BASES DE LA PROPUESTA DE RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A OPERAR EN LA CUENCA DEL RÍO BERMEJO

A nivel general para abordar esta temática conviene definir la terminología que estamos empleando, "Calidad de Agua" se asocia a la satisfacción de los usos priorizados para el curso de agua, el término "monitoreo", al chequeo de los niveles de calidad que se pretenden respetar en el aspecto temporal y espacial (Por Ej. estacionalmente y para los diferentes tramos del río), ya sea para verificar el cumplimiento de Normativas, para analizar tendencias o caracterizar la situación en un determinado instante y tramo espacial del curso superficial en cuestión.

El término "diseño" debe asociarse a las tareas de adecuación por parte del personal técnico de los requisitos derivados de un tratamiento estadístico que mínimamente satisfaga condiciones de precisión y confiabilidad en los resultados, para llegar a inferir conclusiones útiles para el manejo de la problemática de contaminación. Atendiendo además a las necesidades de las autoridades a cargo de la gestión a nivel provincial y de cuenca, dado que ellas son las que definen el presupuesto a usar. Los Entes de control ambiental provinciales, regionales y nacionales deberán satisfacer los reclamos de la población y en ocasiones dirimir conflictos derivados de "usos" competitivos (Por Ejemplo vuelco de efluentes industriales vs usos como fuente de agua potable, recreación o uso agrícola de los tributarios y del Río Bermejo) En base a esto último deben seleccionarse los tramos del curso principal y tributarios a relevar, el número de muestras a coleccionar, número de estaciones de muestreo y frecuencia.

A esto se refiere en especial el término "Esta-

blecimiento de la Red y diseño de la misma", consideramos en este caso importante el relevamiento del material sólido que se aporta finalmente a la cuenca del Plata, por lo que este parámetro se incluirá entre los que se midan para la evaluación del nivel de contaminantes que existe en el agua del río.

4-1) ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA EL DISEÑO DE REDES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

- * Ubicación de estaciones de monitoreo representativas del área en estudio y cuerpo hídrico analizado

- * Selección de las fases y parámetros a muestrear en agua, sedimentos y suelos (P.Ej caso de basurales, "piletas de cola" de industrias o emprendimientos mineros cercanos al río)

- * Determinación de bases estadísticas para los resultados a obtener acorde a los Objetivos del estudio para evaluar con la precisión y confianza fijados, la cantidad de datos a recabar, la cantidad y ubicación de las estaciones, la frecuencia de monitoreo a fin de efectuar estimaciones válidas que sirvan a los responsables del Proyecto Ambiental encarado

Como paso previo al análisis detallado de la Red para esta cuenca hídrica del Bermejo que tendrá cierto número de estaciones de muestreo, una frecuencia y un listado de parámetros específico y deberá cumplimentar los objetivos que las autoridades regionales han establecido para la misma, analizaremos la estructura de personal, equipamiento y tareas implícitas que tiene la planificación, instrumentación y operación de una Red como la que se pretende.

Deben satisfacerse ante todo los objetivos que definan las autoridades regionales y naciona-

les y optimizar los recursos económicos que constituyen en la mayoría de los casos el factor más limitante para confraternizar reclamos de la población, deseos de las autoridades y requerimientos técnicos para dar resultados precisos y confiables en los estudios ambientales encarados tendientes a prevenir y solucionar los problemas de contaminación que se den en la Cuenca.

La implementación de este tipo de sistemas lleva implícita la definición de parámetros a medir, número mínimo de muestras a coleccionar, frecuencia y cantidad de estaciones de toma de muestras en el río, para satisfacer las necesidades del estudio que se está realizando a través de la Red. Este puede tener en principio 3 metas prioritarias, para casos de un sistema hídrico como el nuestro, si se desea priorizar la preservación de los usos de la fuente para agua potable, riego y piscicultura.

* Detección de valores extremos de los parámetros de Calidad de Agua (C.A.) que se están monitoreando en la Red

Esta opción importante cuando se desea verificar el cumplimiento de Normas de vigencia permanente, por ejemplo niveles de concentración de parámetros Físico Químicos y bacteriológicos que no deben ser superados en ningún momento para preservar los usos prioritarios del agua del río. La prioridad es la detección de los valores extremos, este sistema implica relevamientos de alta frecuencia para probar las contravenciones, muchas estaciones de monitoreo y un elevado costo analítico que limita su utilidad.

Otra desventaja de esta alternativa se vincula al aspecto legal / punitorio ya que es muy difícil probar en base al nivel de polución detectado en el río al causante, pese a tener definidos los efluentes (P.Ej. industrias) que pueden generar el problema. La trascendencia temporal puede o no ser significativa y la alteración puede estar vinculada a un incidente accidental o a un problema continuo (Por Ej. Descarga "en régimen" de efluentes de una Planta industrial) o sistemático (Descargas tipo Batch)

Consecuentemente el monitoreo de los efluentes industriales o de otras fuentes, ha quedado instituido en nuestro país y a nivel mundial como el único medio práctico para contribuir al cumplimiento de los "Estándares" fijados para el río, es decir respetando concentración y las descargas máxicas de los poluentes que pueden contener dichos efluentes, se preserva el nivel de calidad del río y sus usos priorizados. Regularmente se establecen Normativas de vuelco con un listado de concentraciones y/o flujos máxicos permisibles a nivel provincial y otras para las aguas del río, tales como la propuesta para los Países Integrantes de Cuenca del Plata (Ver Tabla de Niveles Guía) que sirven como referencia a las autoridades regionales de la cuenca del Bermejo para el presente trabajo. Las dos metas restantes para este tipo de programas son las siguientes:

* Detección de tendencias temporales (a largo plazo) de los parámetros de C.A. relevantes para los objetivos particulares del estudio (P.Ej. preservación de fuentes de agua potable, riego, uso recreativo)

* Determinación de los valores medios de las variables de C.A. por periodos determinados para evaluar el efecto de eventos específicos (P.Ej. descargas puntuales de tipo industrial (Batch y/o Continuas); accidentales, medidas de saneamiento en el cauce del río, mejoras en Plantas de tratamiento de efluentes, - Correlación de los niveles de contaminación detectados con el flujo del material sólido aguas abajo que recibe luego el Río Paraguay, Paraná - Cuenca del Plata

Los objetivos precedentes, implican la determinación de los valores medios X de los parámetros de Calidad de Agua (C.A.) en juego para el estudio en cuestión, obteniendo promedios anuales, estacionales, mensuales, tendencias, en función del estudio encarado, en base a datos de Estaciones ubicadas sobre el cauce principal del río.

El cumplimiento de estos objetivos permite a los encargados del manejo ambiental de la cuenca conocer la eficiencia de las medidas de control y/o saneamiento adoptadas para evitar la contaminación de las aguas del río y el mantenimiento de los "estándares" seleccionados para preservar ciertos usos del agua en el mismo, mediante el seguimiento de los valores medios de una serie de parámetros de Calidad de Agua.

Un objetivo adicional, que en nuestro caso es prioritario, es la estimación del transporte máxico de poluentes y del material sólido aguas abajo, hacia otros ecosistemas (Cuenca del Plata), que pueden llegar a afectar la navegación, el riego y los aprovechamientos hidroeléctricos (Fenómeno de colmatación de embalses, bloqueo de canales de riego y de navegación).

Este implica una buena detección de los valores medios de los parámetros de C.A. y caudales (líquidos y sólidos) para establecer la influencia de los diferentes regímenes hidrológicos en el aporte de máxico de los contaminantes y material sedimentable.

Si analizamos el tipo de actividades que se desarrollan para complementar con el diseño de la Red vemos que son operacionales y de "gabinete" las primeras incluyen la "campana de muestreo" y la medición en "campo" de algunos parámetros de Calidad de Agua, ambientales y complementarios (P. Ej. caudales, datos atmosféricos, etc.).

La colecta de muestras "representativas" de la Calidad del Agua en el río puede efectuarse con equipos simples o de cierta complejidad (P.Ej muestras compensadas en tiempo o en el espacio), es importante recordar que la preservación y traslado de muestras al Laboratorio para detección del resto de los parámetros de interés para el estudio no medidos "in situ" debe hacerse sin demoras, para ir cumplimentando las fases y objetivos delineados para la operación satisfactoria de la Red de monitoreo de C.A.

Items a considerar para el muestreo en campaña

Selección de equipamiento, medios y técnicas para efectivizar la extracción o colecta de muestras "representativas" en el cuerpo hídrico o tramo del mismo analizado. Implementación y ejecución de las mediciones "de campo", filtrado y preservación de muestras a efectuar en las matrices analizadas y tareas complementarias (aforos, meteorología, etc.) Definición de estaciones de monitoreo y de los "puntos de toma" de muestras. Preservación y transporte de las muestras colectadas al Laboratorio

Las tareas del Laboratorio culminan con un adecuado registro de las mediciones, basada en la cantidad de muestra realmente procesada y la las unidades de concentración que deben ser informadas para una posterior evaluación y/o comparación con "estándares". Estas son ya tareas de "gabinete" el listado que resume las actividades ya enunciadas es el siguiente: Preparación de equipos y material de Campaña Muestreo en campaña. / Determinaciones "In Situ" - Análisis en Laboratorio - Cálculo y Reporte de los datos "Crudos" - Manejo de datos / y resultados "oficiales" a reportar.-

Items a considerar para los análisis en Laboratorio

Técnicas de medición acorde a matrices y niveles de concentración factibles. Metodología analítica empleada en la detección del parámetro. Controles de calidad de la medición en campo (calibración de equipos) y Laboratorio Registro simple de datos analíticos, informes y reportes de los análisis de campo y Laboratorio a los operadores de la Red de monitoreo de C.A.

Análisis de la Información (Consistencia - Precisión, nivel de confiabilidad) por último la utilización de la información colectada y su utilidad a los fines del Estudio o proyecto ambiental y objetivos de las autoridades a cargo.

Manejo de datos Instrumentar el registro computarizado de datos analíticos de calidad de agua y de datos complementarios (hidrológicos, atmosféricos) de otras fuentes - Banco de Datos de Calidad Ambiental -Chequeo y verificación (consistencia, precisión, confiabilidad) de la información suministrada. Diseño de Formatos de presentación de la información en reportes de datos "crudos" y procesados por el Ente responsable, a nivel "oficial"

de la Red y documentación a elevar a usuarios, a las autoridades regionales y resúmenes para consulta a suministrar a la prensa y al público en general.

Análisis de la información Incluye tareas que responden a los objetivos del Estudio ambiental encarado y pueden ser satisfechos mediante los siguientes ítems: - Reporte estadístico "básico" de los datos, indicando el cumplimiento de normativas de Calidad en el cuerpo receptor y/o en efluentes - Gráficos de evolución espacial y temporal de los parámetros de C.A. relevantes con estadística descriptiva de los mismos (Valores promedio, Desvío Estándar, Coeficientes de variación, percentil de excedencia respecto a Estándares, etc.) - Empleo de Índices de Calidad de Agua (ICA) , etc. - Evaluación de tendencias mediante el empleo de Análisis por regresión, series de tiempo, Modelos de Calidad de Agua / interpretación y aplicación a los objetivos del estudio

Utilización de la información colectada Respuesta frente a los requisitos del estudio (nivel de precisión, confiabilidad) y utilidad respecto los objetivos del estudio a efectuar / requisitos operacionales / Evaluación del grado de utilidad de los datos buscados vs datos reportados y vs Objetivos del estudio.

4-2) TIPO DE ESTACIONES DE MONITOREO Y SU UTILIDAD PARA LA CARACTERIZACIÓN DE PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN

Tal como ya se enunció, este es uno de los aspectos que dependen de los Objetivos del estudio ambiental, que son delineados por quienes diseñan y operan la Red con la anuencia de las autoridades de control, que priorizan la ejecución en tiempo y forma de cada uno de ellos, asignando el presupuesto respectivo.

Los presupuestos, modalidad de operación y localización de las estaciones difieren significativamente según sean estas de tipo "transitorio" o "fijas / permanentes", en estas últimas se requiere en ocasiones una infraestructura mínima para provisión de energía, agua, filtrado y preservación de muestras, además de lo requerido para tareas de aforo, que pueden simplificarse estableciendo allí una estación de aforo completa (Registro automatizado, transmisión telemétrica a Bases, Escalas / gráficos H/Q).

El seguimiento de situaciones puntuales y acotadas temporalmente, tales como comprobar el éxito de medidas de saneamiento asociadas a vuelcos accidentales de compuestos tóxicos y a la solución de problemas en Plantas de tratamiento de efluentes industriales, suelen ser encaradas mediante una Red de estaciones de carácter "transitorio". Esta modalidad también es común si se desea comprobar el acatamiento a Normativas en tramos definidos de un curso superficial y en diferentes condiciones hidrológicas (regularmente en estiaje), cerca-

nos P.Ej a Polos Industriales, tomas de agua potable, zonas de pesca y de recreación .

La ventaja de este tipo de Estaciones es su practicidad, dado que pueden establecerse cerca de los puntos críticos a supervisar y efectuar las tareas de monitoreo cuando el acceso al punto de toma sea factible o seleccionar otros alternativos si no afectan el Objetivo del Estudio encarado. Otra ventaja está asociada a la posibilidad de traslado de la Estación a diferentes tramos de un mismo río en una cuenca o , a operar con el mismo equipamiento en puntos de otra cuenca de la misma jurisdicción, esto no es tan fácil cuando se trabaja con estaciones "fijas" . Los programas a "largo plazo" sirven para caracterizar temporal y espacialmente el comportamiento de las variables de C.A. que hacen factible el aprovechamiento de los usos priorizados para el agua en la cuenca y para detectar tendencias en los valores medios de las mismas, requieren por lo general de estaciones fijas de carácter permanente.

En ellas las cláusulas de operatividad en cualquier condición hidrológica y climática restringen su localización para el caso de ríos a zonas con buenos caminos de acceso, estaciones de aforo, puentes, los lugares seleccionados deben ser siempre "representativos" y caracterizar la calidad de toda la masa de agua que circula por la Estación en un período de tiempo dado. Esto no siempre es cierto, pero es un riesgo asumido por los responsables de la operación de la Red y aceptado por quienes evaluarán los datos colectados y tomarán las decisiones pertinentes (P.Ej. medidas de saneamiento), informando a la prensa y dando cuentas a la población de su accionar en caso de existir o no problemas de polución.

Las variables de tipo hidrológico son en ese sentido mas simples, requiriéndose una buena caracterización de la sección de aforo y confección de gráficos altura vs caudal (H/Q), para que luego el valor medido en la "regla o escala" (H), sea considerado como representativo del caudal real circulante (Q) y los valores medios diarios integrados y/o relevados a intervalos regulares sean una buena aproximación al valor real de la "población" de datos factibles de medir.

Esta situación no se da cuando se trata de expresar valores medios de variables de C.A., dado que los niveles de concentración de la mayoría de los parámetros no se distribuye de manera uniforme en las transectas, secciones de aforo y los valores instantáneos "representativos" para el tramo del río en cuestión implican regularmente muchas determinaciones en varios puntos de la transecta a diferentes profundidades, o el procesamiento de muestras "compensadas" acorde a zonas laterales, canal de navegación o caudal circulante si se trata de un río de cierta magnitud.

La situación suele complicarse aún más cuando se desea obtener valores medios para un determinado periodo P.Ej. promedios diarios, en donde la mejor aproximación se obtendría procesando muestras compensadas temporal y espacialmente, en las que el comportamiento de los parámetros no suele ser uniforme en dichos ámbitos. Además de los aspectos técnicos enunciados para la modalidad de operación de la Estación de Monitoreo el diseñador debe definir la localización geográfica de las mismas para que los datos a reportar sean "representativos" de la calidad de agua del curso superficial analizado, en nuestro caso particular de la cuenca.

En ANEXO se enuncian las pautas a tener en consideración para la preparación y ejecución de las campañas de muestreo de calidad de agua en la cuenca del río Bermejo y como optimizar estas tareas en base a los antecedentes técnicos sobre dicha temática

S

5. **PAUTAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN ESPACIAL PRECISA DE CADA UNA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA A SER OPERADAS EN LA RED DEL RÍO BERMEJO.**

La planificación de la Red implica definir los siguientes puntos:

- * Selección de los tramos del río en los que se va a muestrear.

- * Identificación dentro de cada tramo de la transecta o sección de aforo en la que se efectivizará el muestreo

- * Localización precisa de los puntos de extracción (P.Ej. centro y márgenes y a qué profundidad)

- * Determinación de la cantidad, tipo de muestras y frecuencia de monitoreo para cumplimentar los objetivos del estudio, que en principio pueden ser caracterización y evaluación de tendencias en los niveles de calidad de agua o verificación del cumplimiento de Normativas y/o Estándares de Vuelco

El último punto como ya se comentó es el que define los lineamientos del estudio a efectuar que en nuestro caso no sería la vigilancia de las normativas, sino una caracterización del comportamiento temporal y espacial de las variables de calidad de agua asociadas a los usos priorizados del recurso en la cuenca del Bermejo. Los primeros puntos definen etapas para la colecta de información "clave" de la que depende la interpretación de la situación de eventos de contaminación puntual / transitoria o de carácter permanente que estén afectando los diferentes tramos del río o a toda la cuenca. La caracterización de una situación local grave puede o no ser relevante aguas abajo, por lo que no conviene extrapolar esta para dictaminar respecto al estado de la calidad de agua en todo el río en estudio.

En nuestro caso particular el Bermejo va recepcionando desde sus nacientes en territorio boliviano y en nuestro país y hasta su desembocadura, diferentes contaminantes de ca-

rácter biodegradable y conservativos, además de un aporte de "sólidos" asociado a la erosión de los terrenos en la cuenca de aporte. La extracción de algunas muestras puntuales al azar y mediante un régimen de monitoreo no sistemático solo permite caracterizar el tramo muestreado para ese instante que reflejará la carga poluente que en ese momento atraviesa la sección analizada. La selección de una o varias Estaciones que puedan representar la situación del total del río para dar la evaluación del nivel de calidad a nivel de cuenca implica un diseño previo a tal fin.

El seguimiento de programas de mejoras en Plantas de tratamiento de efluentes industriales o municipales volcados al río y/o canalizaciones que regularicen el flujo hidráulico del mismo solo puede ser concretado mediante monitoreo sistemático en Estaciones seleccionadas, que no siempre son las cercanas a los puntos críticos en los que se da la contaminación.

5-1) MÉTODOS SIMPLIFICADOS PARA ESTIMAR LA CANTIDAD DE MUESTRAS Y ESTACIONES REQUERIDAS PARA EVALUAR LA SITUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA EN UN RÍO.

Las primeras aproximaciones a la Red "ideal", que debe en principio independizarse del "sesgo" o preferencias del diseñador, se efectuaron en base al área de la cuenca de aporte, relaciones entre los caudales máximos y mínimos que circulan por el río, pendientes del cauce, se muestran en la Figura 5-1 las curvas que correlacionan cantidad mínima de estaciones de monitoreo y de muestras a colectar para caracterizar la calidad de agua

en un río, desarrolladas por investigadores en esta temática (Pomeroy , Orlob -1967). En ellas podemos observar por ejemplo que cuando se trabaja sobre una cuenca de aporte del orden de los 2.590 Km² (1.000 millas²) el número de Estaciones recomendado es de 6 si consideramos que la pendiente del curso "S" es de 5 pies/milla equivalentes a 5 x [(30,48 cm) / (1,609 Km)] y de 12 si "S" = 50 pies /milla-.

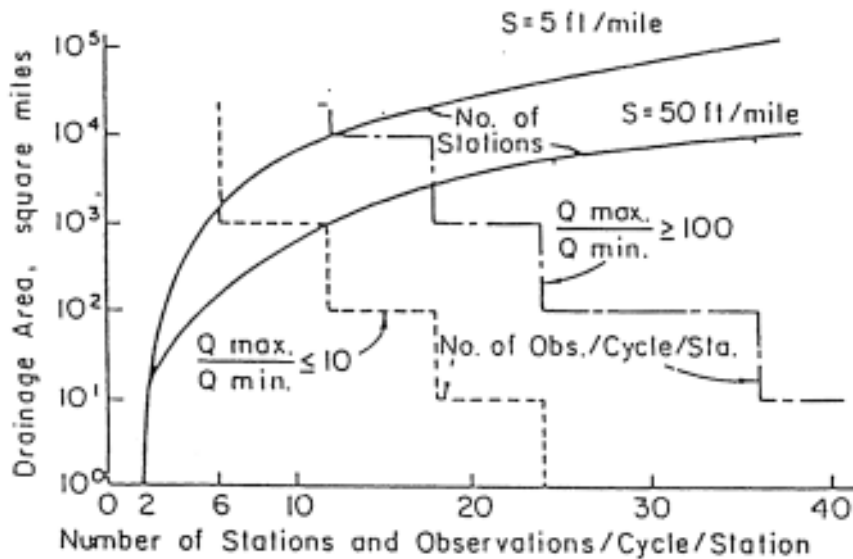


Figure 5-1. The minimum number of sampling stations and sampling observations for water quality characterization of a river. (Pomeroy and Orlob, 1967).

Si consideramos las relaciones entre el caudal máximo (Q max) y mínimo (Q min) tenemos que para la situación de $Q_{max}/Q_{min} < 10$ se puede trabajar con 6 Estaciones, requiriéndose 18 para cuando $Q_{max}/Q_{min} > 100$. Este primer estimador es también válido para orientar respecto al número de muestras requerido por ciclo y estación cuando se evalúan estos parámetros en dicho gráfico

5.1.1-) Restricciones generales para la ubicación de una estación de monitoreo en diferentes tramos del río

Existen premisas que de no cumplirse pueden invalidar la información aportada por una estación para nuestros fines estas han sido en parte mencionadas previamente pero conviene enfatizarlas:

- * No se desea "vigilar" el cumplimiento de Normativas de descargas poluentes puntuales, solo su incidencia en el curso del río, una vez alcanzado un estado de mezcla total en las transectas a evaluar - Es decir los muestreos se deben hacer aguas abajo de las "Zonas de Mezcla" respectivas, sean estas lícitas o no, en el tramo jurisdiccional en que se efectiven.

- * La situación a caracterizar debe reflejar comportamientos regulares de las diferentes fuentes naturales y/o antrópicas Por ejemplo arrastres de material arcilloso por escorrentía en las primeras crecidas del río cuando se inicia el período de lluvias intensas en la cuenca , descargas continuas de Plantas industriales o batch asociadas a Plantas que operan de ese modo en la zona en ciertos periodos del año. La incidencia de una descarga poluente "accidental" no debe ser objeto de estudio Salvo una intención expresa de las autoridades ambientales frente a un incidente grave o asociado por ejemplo a sustancias tóxicas.

En nuestro caso particular conviene analizar los enfoques por "cuenca y Subcuenca" La alternativa propuesta implica la selección de un tramo del río cuyo nivel de calidad sea "representativo" del grado de polución de la cuenca del Bermejo, esta primera aproximación de la denominada macrolocalización de estaciones establece una caracterización del area total de la cuenca de aporte y de la incidencia antrópica en la misma.

5.2) TÉCNICAS GENERALES EMPLEADAS PARA LA SELECCIÓN DE TRAMOS RELEVANTES DEL RÍO A MUESTREAR.

De las metodologías relevadas recomendamos la que enfoca esta temática mediante una categorización numérica de los diferentes TRAMOS definidos por la llegada de tributarios y descargas al curso princi-

pal. Es decir se incluyen los aportes "naturales" derivados del caudal circulante en nacientes y tributarios, los que llegan por escorrentía agrícola / ganadera de la cuenca, los efluentes de establecimientos de tipo industrial y descargas cloacales (tratadas o no). El criterio con el que se llegan a definir los "centroides" ha sido desarrollado en principio base a los aspectos hidrológicos y luego perfeccionado para establecer la "categoría" de los diferentes tramos del río acorde a la carga poluente que ingresa o circula por ellos. Las primeras metodologías propuestas por Horton (1.945) en los EE.UU., fueron mejoradas por Sharp y Sanders en la década del setenta.

Las metodologías recientes incorporan el tema descargas de efluentes relevantes, dándoles la categoría de tributarios, por lo que cada tramo posee ahora un valor acumulado referido no solo a los aspectos hidrológicos, sino también a la incidencia de los efluentes que ha recibido. Cada tributario que va conformando el río principal, posee acorde al criterio del diseñador una categoría mínima = 1, si su nivel de caudal y/o carga poluente es significativa por lo que el tramo siguiente si el río se forma a partir de dos arroyos posee una categoría igual a la sumatoria de los precedentes. En este caso $1 + 1 = 2$ cuando luego de esa unión se produce otra de un tributario diferente la categoría del tramo subsiguiente del río se incrementará según la categoría del tributario recibido en una unidad si este es simple o más si está conformado por arroyos de caudal "Significativo".

Consideramos "tramos" a las diferentes porciones del canal principal del río delimitadas por los tributarios y/o descargas que llegan a el.

Todo este diseño depende de la "Escala" con que estemos operando en el Mapa que sirve para esta evaluación ambiental y al conocimiento que se posea del módulo de los tributarios evaluados y respecto a las descargas de efluentes, incluyendo su régimen temporal (Vuelcos industriales tipo continuo o tipo Batch) y cuando se extraen cantidades significativas mediante "Tomas" para aprovechamiento agrícola para fuente de agua potable y/o vuelcos provenientes de zonas agrícolas (plaguicidas), que vayan afectando el balance de la masa transportada aguas abajo hasta la desembocadura del Bermejo en el río Paraguay en nuestro caso específico. En definitiva el método finalmente establece la categoría del último tramo antes de la desembocadura y dividiendo luego su valor en 2 se caracteriza el valor medio más representativo del sistema, que puede o no coincidir con la categoría de algún tramo en particular. El diseñador establece para dicho tramo del río u otro que sea próximo a esta "Categoría" (aplicando en este último caso su criterio y el conocimiento de la zona) un nivel de represen-

tación de la situación de Calidad existente como "promedio" para el total de la cuenca en estudio.

El tramo elegido se denomina "centroide" y la estación de monitoreo a instalar luego allí es de 1º Nivel. Un mejor detalle de la incidencia de diferentes zonas se logra evaluando los tramos en quedó dividida la cuenca, es decir se busca un nuevo "centroide" de las subcuencas generadas en la fase anterior, se logra de esta forma una mejor aproximación de cada área de interés. Ahora se cuenta con dos nuevos tramos en las que se instalarán las Estaciones de 2º Nivel.

Por ejemplo si el seguimiento de la C.A. se basa en los niveles de DBO, cada tributario y las nacientes del río principal aportan un nivel base generalmente pequeño; que se multiplica por el caudal promedio circulante regularmente = $[Q \sim]$ de este se extrae el valor de carga másica respectivo. $(Q \sim \times DBO_0) = W_0$ (nacientes), el W_0 del primer tributario será $Q_1 \times DBO_1$: caudal del tributario N° 1 $\times$ DBO del arroyo "base" (P.Ej. nacientes) del tributario 1.

Las descargas puntuales identificadas que llegan a cada uno de los tributarios se calculan de la siguiente forma: Sumatoria de (Q del efluente) $\times$ (DBO del efl.) = $E_{11} f_{11}, E_{12} f_{12}, \text{etc.}$ Si llamamos = f_{11} al flujo aportado por el efluente industrial N° 1 que llega al tributario N° 1 y E_{11} a su DBO, E_{12} el del efluente de la industria 2 que llega también al tributario N° 1 con un caudal f_{12} .

Se va de esta forma incrementando la carga másica respectiva de los diferentes tributarios al curso receptor y la carga total acumulada de tributarios y sus "componentes", que nos interesa identificar para los diferentes "tramos del río", es igual a la sumatoria de los aportes que llegan al mismo y que caracteriza al "tramo" al que se llegó en la evaluación o sea el Flujo másico poluente transportado total o W final

$W_{\text{final}} = W_0 + [W_0 + (E_{11} f_{11} + E_{12} f_{12} + \dots)] + [W_0 + (E_{21} f_{21} + E_{22} f_{22} + \dots)] + \dots + [W_0 + E_{n1} f_{n1} + E_{nn} f_{nn}]$

El valor total que corresponde a la desembocadura W final, se divide por 2, ubicando luego el "centroide" en el tramo que posea como valor característico la magnitud más próxima al valor hallado, o el "tramo" o el que el diseñador considere más apropiado en caso de existir dos zonas de valores similares pero de relevancia diferente (P.Ej en los aspectos socioeconómicos, turísticos, etc.).

Esta alternativa puede llevarnos a seleccionar para ese tipo de contaminante "convencional" biodegradable, una estación cercana a la desembocadura como centroide representativo del nivel de polución a "escala" cuenca y tramos de 2º categoría (subcuenca) a los muy afectados por las descargas de establecimientos relevantes del área en cuestión.

Recordamos que el análisis a nivel Subcuenca implica evaluar las dos porciones en que queda dividida la cuenca en forma independiente, la carga acumulada del primer tramo total se divide en dos y se busca el nuevo centroide, pero para el segundo la situación general cambia dado que se define un nuevo $W_o = 0$ como valor de partida para la sub cuenca inferior y desde allí se contabilizan las descargas, se trata de determinar el tramo en el que acontece el mayor efecto poluyente, en cuyas cercanías se situará el nuevo centroide para dicha zona.

Cuando el poluyente relevante entra en la categoría de "tóxicos", la situación puede ser totalmente diferente a la anterior dado que los centroides, basados en las cargas máxicas respectivas, pueden estar localizados preferentemente en otras zonas de la cuenca (P.Ej cerca de Plantas industriales, Ingenios azucareros, curtiembres) con lo cual los centroides hallados para localizar estaciones de 1º o de 2º categoría diferirán de las precedentes basadas por ejemplo en poluentes biodegradables.

Lo habitual en este tipo de estudios es que deba planificarse una Red diferente para cada parámetro, por lo que debe optarse por el o los que se consideren prioritarios, o llegar a una "solución de compromiso" como la propuesta a través del uso de Índices de Calidad de Agua, que se explicita en el punto 10 del Informe, que manejan valores medios "ponderados" que evalúan la serie de compuestos relevantes para el estudio o caracterización del Nivel de Calidad en una cuenca en lugar de uno en particular.

El porcentual de cobertura en superficie de la cuenca que el Ente a cargo del monitoreo ambiental va cubriendo, aumenta cuando está en condiciones de operar no solo Estaciones de 1º Jerarquía, sino de 2º o 3º, que van dando un mejor detalle de lo que acontece en las Sub- cuencas.

5.2.1) Establecimiento del lugar de muestreo de la Estación en el tramo elegido

La selección del punto de toma de muestras es una tarea que denominamos microlocalización de estaciones, la intención es que con un mínimo de muestras pueda caracterizarse la calidad de agua de toda la transecta, sección de aforo o tramo elegido. Esto está asociado a que la masa de agua esté completamente mezclada en dicha estación y no existan gradientes de concentración en el sentido lateral ni en profundidad de los poluentes que se analizan para el tramo en cuestión.

Esta sección que correspondería al límite de la "zona de mezcla", si es que regionalmente se adopta esta alternativa para efectuar el control de los vertidos vs las Normativas que rigen para la preservación de los usos del río, la ubicación espacial de esta sección transversal del mismo u Estación "ideal" puede estimarse utilizando diversas metodologías. Las posturas asumidas respecto la incidencia y distribución de los contaminantes luego de su vuelco en el río y en la sección afectada es que poseen una distribución de tipo Gausiano y estadísticamente predecible acorde a esa imagen, que para el caso simple de canales rectilíneos permite inferir mediante una ecuación matemática la distancia desde el punto de descarga a la de mezclado completo del poluyente, que es la siguiente (según Sanders et al):

$$L_y = [(@y) \text{Exp } 2x(u)] / [2x(Dy)]$$

Donde:

L_y = Distancia longitudinal para lograr el mezclado total en la transecta (lateralmente). $@y$ = Distancia desde el punto de descarga al más lejano límite lateral. u = Velocidad de la corriente en el río (longitudinal). Dy = Coeficiente de difusión turbulenta en el sentido lateral.

Desafortunadamente estas hipótesis no suelen darse en la realidad y se dan en ese caso tres alternativas para cumplimentar el objetivo del Monitoreo: * Se efectúa una toma asumiendo la representatividad del punto aunque no sea cierta. * No se muestrea porque el objetivo es muy estricto en cuanto al nivel de detección analítico (P.Ej cuando se evalúan tóxicos y su incidencia en agua potable) e invalida el objetivo del estudio. * Se muestrea en varios puntos de la sección transversal analizando cada una de ellas o una muestra "compensada" (P. Ej respecto al caudal en canal y zonas laterales).

5-3) ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE MUESTRAS A EXTRAER DURANTE EL PERIODO ANUAL Y FRECUENCIA DE MUESTREO PARA OBTENER VALORES MEDIOS DE LA CALIDAD DE AGUA EN UNA CUENCA HÍDRICA

La determinación de los valores medios anuales, mensuales y de tendencias temporales de parámetros de Calidad de Agua, requiere en principio definir aspectos que hacen al correcto manejo estadístico de los datos, en función de los objetivos del estudio ellos son:

1. Exactitud requerida. / cuán cerca está el valor calculado del valor real, por ejemplo el investigador desea que el promedio de los datos a coleccionar esté en el rango de $\pm 10\%$ del valor medio real de la población muestral ($\bar{X}$ promedio).
2. Probabilidad de que la información a reportar sea correcta. El investigador desea por ejemplo que los valores medios a reportar sean dados con un 95 % de seguridad al respecto. Nivel de significancia o de confianza del 95 %.

El número de muestras requeridos para caracterizar fehacientemente el comportamiento de las variables de calidad de agua de un río se basa en estimaciones efectuadas a partir del análisis de una información "base" del sistema, que puede consistir en una colecta mínima de datos actuales, datos históricos de ese río o de otros muy similares de esa cuenca. De ellos puede inferirse niveles de concentración y varianza de la "población" de interés. Del nivel de esta primera estimación depende luego la confiabilidad de los resultados obtenidos. Existen básicamente dos metodologías para calcular el número de muestras "N" a coleccionar en un estudio que tenga objetivos a mediano plazo como los enunciados para el nuestro: uno basado en la variabilidad de los parámetros a medir y otro en la exactitud de los valores medios que se pretende obtener (X promedio, temporales u espaciales).

5.3.1) Metodología general para determinar la frecuencia de monitoreo a establecer para estaciones transitorias y/o permanentes en la cuenca hídrica en estudio.

Una vez que las Estaciones "representativas" o aptas a los fines del Proyecto o estudio ambiental encarado han sido localizadas a lo largo del río y pueden aportar valores medios que caractericen el comportamiento espacial de los parámetros contaminantes, es necesario analizar el comportamiento temporal de los mismos. Esto se logra mediante una selección adecuada de la frecuencia "F" del monitoreo. Esta debe establecerse para cada una de las Estaciones fijas y transitorias de la Red a operar, constituyendo "F" un parámetro de diseño "clave", dado que incide en el costo del estudio a efectuar. Pero los más "caros" suelen dar mayor validez a los datos promedio obtenidos y tendencias detectadas en las concentraciones medidas al aumentar la confiabilidad estadística de los resultados obtenidos, dando fuerza a las evaluaciones y conclusiones que adopten finalmente los Entes a cargo del estudio ambiental encarado.

La situación básica que suele normar la metodología aplicada en evaluación de tendencias de valores medios de concentración de parámetros que revelan contaminación X-, tales como las que interesan a nuestro Proyecto se caracterizan por:

Acotar primero el número total de muestras N de las variables de Calidad a coleccionar anualmente, para cumplimentar los requisitos del Intervalo de Confianza "IC" y atendiendo al nivel de confiabilidad con que se desea operar para los valores medios [X] de las variables de Calidad que interesan o índices que las representan.

Definido el número total de datos "N" (P.Ej. anuales) a coleccionar durante un periodo determinado, debe luego distribuirse esta cantidad acorde a la relevancia "wi" de las Estaciones a lo largo

de la Red y respondiendo además a una Frecuencia "F" que satisfaga ciertos parámetros estadísticos que hacen también al "IC" y confiabilidad de los resultados que se desean obtener en esta segunda etapa de ajuste. Los criterios a aplicar se explicitan en detalle a continuación.

La definición de estos items: N total de datos, estaciones y Frecuencia debe ser coherente con los Objetivos Finales del estudio en ejecución, dado que por ejemplo muestreos "intensivos" para Verificar Por Ejemplo el cumplimiento de Estándares en un río pueden llegar a generar información redundante y ser caros. Pero la antítesis también es perjudicial, dado que pueden perderse datos relevantes si se trabaja con muestreos muy espaciados, necesitando luego un mayor periodo de observación para lograr información "válida".

La situación general está determinada por la cantidad de estaciones y variables que se están monitoreando en la Red y se consideran "relevantes" para el estudio en ejecución.

a) El caso más simple se presenta cuando se trabaja con una única estación y en base a las variaciones de una sola variable de C.A. y la complejidad para el diseño de los parámetros que definen la Red se acrecienta cuando se desea operar en varias estaciones y efectuar el seguimiento temporal y espacial de varios poluentes. Asumiendo un comportamiento "normal" de la población de datos, la independencia de los datos reportados y que la Varianza de los mismos corresponda a la real de la población muestral; el Intervalo de Confianza "IC" puede expresarse como:

$$IC = 2 \cdot t_{\alpha/2} \cdot \sqrt{N}$$

donde "t" corresponde al valor de la "t" de Student extraído de las Tablas respectivas (W.S. Gosset) para N-1 grados de libertad y un nivel de confiabilidad α determinado, trabajando con poblaciones "normales" de datos puede ser reemplazada por S^2 . Una formulación para $N = \{[(2 \cdot t) / IC] \cdot \text{Exp } 2\} \cdot S^2$. Por Ejemplo:

Dado el valor promedio anual de DBO correspondiente a una estación $\bar{X} = 250 \text{ mg/l}$ y una S^2 derivada de datos previos $= 1.400 \text{ (mg/l)}^2$ Exp 2 Calcular el número de muestras requerido para ponderar futuros valores medios $\bar{X}$ cuando el IC escogido es de 30 mg/l y se trabaja con un Nivel de Confiabilidad " α " del 95 % ("t" para 95 % $= 1.96$)

$$N = \{[(2 \cdot 1.96) / 30 \text{ mg/l}] \cdot \text{Exp } 2 \cdot (1.400 \text{ mg/l})^2\} \cdot \text{Exp } 2 = 23,9 \text{ aprox } 24 \text{ muestras por año}$$

b) Cuando se considere a una serie de parámetros a monitorear en la estación, la selección de la frecuencia "F" debe ser tal que genere intervalos de confianza "IC" aceptables para los diferentes parámetros de Calidad de Agua en juego. Puede acontecer que algunos de ellos sean poco variables tales como temperatura o Solid. Dis. Totales y pue-

den derivar en valores para F muy diferentes a los muy cambiantes, tales como el nivel de coliformes (estos requieren un seguimiento intenso P. Ej semanal), cuando se analiza por ejemplo zonas aledañas a balnearios en rios de régimen hidrológico regular.

Consecuentemente aquellas estaciones donde la C.A. varíe en mayor grado van a ser monitoreadas con mayor frecuencia que las que posean niveles uniformes de concentración de poluentes durante el periodo analizado.

El tratamiento de esta situación puede efectuarse en base a las siguientes alternativas:

* Computar el tipo de muestreo requerido por cada variable como en el caso anterior y luego promediar la "F" obtenida de los mismos, para arribar a una frecuencia apropiada / medianamente equivalente para los parámetros en juego.

* Acordar una frecuencia de monitoreo que en líneas generales responda a validar los niveles de detección (precisión, exactitud del dato) de los compuestos prioritarios de la serie medida en la Estación, desestimando los requerimientos del resto.

* Puede también adecuarse el diseño en base a los parámetros mas variables, que requerirán de mayor frecuencia "F" y compatibilizar las del resto a la seleccionada, para el caso enunciado en el ejemplo tendríamos una frecuencia de muestreo y determinación para Coliformes del orden de * 10 días y una frecuencia de determinaciones analíticas para Sol. Dis. Tot y Temperatura que puede o no coincidir con la primera (P.Ejemplo * 10 vs 30 días, es decir se efectúan mediciones solo cada 3 muestreos en la Estación)

* Computar el tipo de muestreo en base a un valor promedio "ponderado" del intervalo de confianza calculado para cada una serie de las variables en juego, que integrarían un Índice de Calidad "ICA" y calcular F acorde al mismo como nueva y única variable establecer una frecuencia de muestreo y medición. Esta "F" única implica muestrear y medir solo los parámetros del ICA relevados en la estación. El resto de la información pasaría a ser "accesoria" y su relevamiento dependerá del presupuesto y anomalías en la calidad que sean detectadas por dicho Índice y lleven a ampliar el espectro de los parámetros medidos.

c) Determinación de frecuencia de monitoreo "F" cuando el número total de muestras N (ya ha sido establecido para un periodo determinado P.Ej anual), debe ser distribuido en varias estaciones a lo largo del río y en cada una de ellas son relevados varios parámetros de Calidad de Agua.

Conviene aplicar un procedimiento algo mas sofisticado, similar al caso de los ICA (Ver punto 10), pero útil para la resolución de este tipo de situaciones "conflictivas", es el que evalúa además los factores de relevancia "wi" y los asociados a "Nivel poluyente" versus la aptitud de uso del agua. Ahora debemos considerar la relevancia "Wi" de las diferentes Estaciones localizadas en la cuenca y frecuencia. Estas pueden poseer un nivel equivalente, haber sido seleccionadas y jerarquizadas acorde al criterio de "centroides" ya enunciado, caudales que circulan por el "tramo" o por su trascendencia socioeconómica. Respecto a esto último puede considerarse la densidad de población en cuencas y subcuencas, la existencia de establecimientos agro-industriales (tomas y descargas al río), canales de riego.

Definido el número total de muestras anuales a coleccionar "N" en función de la variable ICA, se tendrán valores N_i para cada estación en función de su relevancia W_i , se asume que la Sumatoria de los W_i es unitaria, por lo que el $N_i = N / W_i$, para cada una de las estaciones ($i = 1, 2, \dots$). Queda luego a criterio del diseñador de la Red de Monitoreo la forma de distribución temporal, que por lo general es equitativa N_i / mes o por periodos hidrológicos u otro criterio asociado por ejemplo a periodos de producción agro-industrial que establecerá finalmente para cada una de las estaciones de la Red la frecuencia correspondiente.

En ocasiones el costo impone una limitante adicional en el diseño de la red y obliga a replantear las variables "N" y "F" limitando el alcance de los objetivos del estudio encarado a través de la Red de Monitoreo que se desea implantar. Antes de presentar nuestra propuesta deseamos enunciar los factores que inciden en la selección de los intervalos de confianza, cuando deben manejarse varios parámetros que se monitorean en varias estaciones de muestreo.

Este es un problema frecuente en el diseño de redes y si uno desea obtener igual calidad de información en cualquier estación, referida a un parámetro en particular, debe asumir idénticos intervalos de confianza de los valores medios de una estación respecto a las otras, si las medias son semejantes. El objetivo es también lograr un intervalo de confianza de amplitud mínima, dentro de lo económicamente factible para el estudio encarado. (el costo de las determinaciones analíticas es generalmente significativo al aumentar N y la frecuencia)

Regularmente la asignación del número de muestras a extraer de cada estación " N_i ", se fija en función de un factor de ponderación " w_i ", es decir:

$$N_i = w_i * N$$

donde N: es el número total de muestras a ser distribuidas en la Red en un período determinado

(anual, estacional, mensual, etc) La sumatoria de los w_i es unitaria (todas las estaciones).

El criterio para fijar el w_i de cada estación de la red se basa en la relevancia de las mismas acorde a los siguientes aspectos:

- * Densidad de población de la Subcuenca analizada.

- * Existencia de información previa de C.A. en la estación. * Variabilidad de los datos reportados en ella.

- * Caudal que circula regularmente en dicho tramo del río.

- * Categorización del tramo del río analizado (Estaciones de 1° y 2° Nivel o Centroides) Esta es la variante adoptada en nuestro caso para el Río Bermejo

Por ejemplo si el w_i se establece en función de la variancia de un único parámetro relevante, podrían obtenerse iguales intervalos de confianza en la medición de los valores medios respectivos en todas las estaciones de la red. Cuando el w_i se hace proporcional a S , el desvío estándar, las frecuencias de muestreo serán más uniformes de una estación a otra. Si se correlacionan al valor $S \cdot x$, un mayor número de muestras se localizará en las estaciones que posean valores altos de concentración o muy variables en el tiempo.

d) Se presenta a continuación una de las dos alternativas prácticas para evaluar el número de muestras a coleccionar para el seguimiento temporal de un único parámetro representativo de la C.A., por ejemplo para obtener el valor medio anual de la DBO o de un Índice de Calidad del Agua ICA, para un curso de agua. La otra es la que se adoptada en nuestro caso en particular y se basa en acotar la exactitud del valor medio a calcular y se desarrolló en el punto 3.6.1

Se ejemplifica ahora el primer caso, donde se acota la magnitud de la Variabilidad del valor medio X del resultado a obtener (error relativo del Desvío Estándar $\tilde{O}/S_x$, donde $\tilde{O}$ es el Intervalo de Confianza del Desvío Estándar). En esta situación uno estima que el valor de la variable va a estar dentro de un intervalo específico, asumiendo una distribución "Normal" de los datos analizados. Se requiere la siguiente información para operar:

- 1- Error permisible para el Desvío Estándar ($\tilde{O}/S_x$)

- 2- Nivel de confiabilidad requerido ($1 - \delta$). Existen regularmente gráficos que dan en ordenadas en Valor 1 vs el tamaño de la muestra requerido para diferentes niveles de confianza ($1 - \delta$). P.Ej 0,2, 0,1, 0,02 (Ref N° 1 .Fig 4.8- Determinación del número de muestras basada en la exactitud requerida para los valores extremos (limita el Valor 1)

- * Por ejemplo la determinación del número de muestras requerido para un Programa de Monitoreo de efluentes, de forma tal que la estimación del desvío Estándar esté dentro del 25 % de su valor real (es decir $\pm 12,5\%$), a un

nivel de confiabilidad del 90 % se debe trabajar en la curva del $(1 - 0,90)$ siendo el error permisible que se da en la vertical de 0,25 es desde allí trazamos una línea hasta la curva correspondiente al nivel 0,10 de confiabilidad en el punto de corte obtendremos trazando la vertical hasta las abscisas el valor del número de muestras requerido $N = 100$

Si se trabaja ahora con un nivel de confiabilidad del 98 % . Tendremos que la curva sobre es la de $(1 - 0,98)$ y el Error permisible "1" en el eje de la vertical = 0,25 . A partir de allí trazamos una línea hasta la curva correspondiente al nivel 0,02 de confiabilidad en el punto de corte obtendremos trazando la vertical hasta las abscisas el valor del número de muestras requerido $N = 180$ en este caso. (Ver Figura anexa).

5-4) ANÁLISIS DE ZONAS DE MEZCLA EN CURSOS HÍDRICOS RECEPTORES

Las zonas de mezcla son áreas donde la descarga de un efluente sufre una dilución inicial y se logra una mezcla en el cuerpo de agua. Una zona de mezcla es una zona de impacto localizado, donde los criterios de calidad de agua agudos y crónicos pueden ser excedidos mientras se mantengan un cierto número de previsiones, que incluyan estar libres de:

- * Materiales que generen toxicidad en organismos acuáticos y/o afecten la salud de seres humanos.

- * Materiales en concentraciones tales que decanten para formar depósitos.

- * Sólidos en suspensión, aceite, espuma, y cualquier otro material en concentraciones que molesten.

- * Sustancias en concentraciones que produzcan color, olor, gusto o turbidez objetables

- * Sustancias en concentraciones que favorezcan vida acuática indeseable o que resulten en el dominio de especies molestas.

Se definen como condiciones tóxicas agudas a aquellas que son letales para organismos acuáticos que pasen a través de la zona de mezcla. La agencia de control provincial / regional puede decidir si permitir o denegar la existencia de una "zona de mezcla" en un sitio específico. Para ser permitida una zona de mezcla, él que descarga debería probar a las autoridades que cumple con todos los requisitos de zona de mezcla enunciados. Cuando se descarga agua residual en un cuerpo de agua, su transporte puede dividirse en dos etapas con características de mezcla distintivas. En la primera etapa, la mezcla y la dilución están determinadas por el impulso inicial y la flotabilidad de la descarga. En este contacto inicial con el cuerpo receptor, es cuando tendremos la máxima concentración del efluente en la columna de agua. El diseño del sistema de descarga debería ser tal que diera un amplio impulso para así poder diluir las concentraciones en el área de contacto inmediata

y tan rápido como sea posible.

La segunda etapa de mezcla, cubre un área más extensa en la cual el efecto del impulso inicial y la flotabilidad se ve disminuido y la descarga se mezcla básicamente por la turbulencia ambiental. En grandes ríos o estuarios, esta segunda etapa puede extenderse por kilómetros antes de alcanzarse las condiciones de mezcla uniforme. En algunos casos, tales como grandes lagos o bahías costeras, nunca se alcanzan en el cuerpo de agua las condiciones de mezcla completa. La definición general para condición de mezcla completa es aquella condición en la que no existe ninguna diferencia medible en la concentración del contaminante (por ej.: no varía más de 10 %), en cualquier sector del cuerpo de agua.

Para casos específicos trascendentes las dimensiones de la "Zona de Mezcla" puede ser estimada mediante muestreos intensivos (Ensayos de prueba / error) en el área de influencia de la descarga hasta tanto la diferencia entre muestras colectadas en toda la transecta no sea significativa (P.Ej centro vs orillas) y la distancia al punto de vertido es entonces definida como longitud de la "Zona" en cuestión.

Otra variante en la que deben asumirse algunas hipótesis simplificativas tales como: Canal rectilíneo y de sección transversal homogénea del tramo en estudio para el río en cuestión. La distancia a la que acontece una distribución aleatoria (Gaussiana) del contaminante vertido tanto en el sentido horizontal como vertical de la transecta, es decir cuando se alcanza la zona de mezcla total puede calcularse en función de

La velocidad media del flujo en el río.

La ubicación relativa del punto de descarga

El coeficiente de difusión turbulenta en el sentido lateral y vertical

Se enunció ya en el punto previo la formulación de Sanders el All, otra recomendada es la siguiente que se aplica para el caso de ríos no muy profundos y donde el mezclado en la vertical se da naturalmente en distancias cortas. Ruthven asumiendo estado de "régimen" para el transporte vía advección / dispersión - en dos dimensiones - formuló la siguiente expresión para estimar la distancia donde las concentraciones puntuales en toda la sección transversal no varían en más de un 10 % :

$$L = 0.075 * ((w) \text{ Exp } 2) * U) / Dy\}$$

Donde L: distancia a la que se da la mezcla total /W: Ancho del canal /U: velocidad media del río

Dy: Coeficiente de difusión turbulenta en el sentido lateral

- Determinación de los Límites de la Zona de Mezcla:

Deberían establecerse las características de la zona de mezcla para asegurar lo siguiente:

* Las zonas de mezcla no perjudican la integridad del cuerpo de agua como un todo.

* No hay mortalidad para los organismos que atraviesen la zona de mezcla.

* No hay riesgos significativos de salud considerándolas vías de exposición. Ciertos criterios de calidad de agua recomiendan que las características de zona de mezcla sean definidas fundamentando caso por caso, después que se haya determinado que la capacidad asimilativa del sistema receptor puede aceptar la descarga en forma segura. Esta imposición debería tomar en cuenta: las características físicas, químicas y biológicas de las descargas y del sistema receptor; el ciclo de vida y el comportamiento de los organismos en el sistema receptor; y los usos deseados y / o priorizados de las aguas. Las provincias deberían requerir tal tipo de análisis al industrial interesado en volcar el efluente antes de autorizar una zona de mezcla. Además, no deberían permitirse zonas de mezcla cuando puedan perjudicar áreas críticas (Por Ej.: fuentes de agua potable, áreas de recreación, campos de cría / piscicultura, áreas con biota sensible).

La mayoría de los Provincias permiten zonas de mezcla como una decisión política pero limitan espacialmente la extensión del área de las mismas. Dichas zonas, están entonces permitidas o no permitidas después de determinaciones caso por caso. Las regulaciones que tienen que ver con ríos y arroyos generalmente limitan los anchos de las zonas de mezcla, las áreas transversales y los caudales y permiten determinar los largos en base a cada caso en particular. Para lagos, estuarios, y aguas costeras, se especifican usualmente las dimensiones para área superficial, ancho, área transversal, y volumen.

Cuando se permite una zona de mezcla, los estándares de calidad de agua se deben cumplir al borde de la misma para las condiciones de caudal de diseño, y proveen generalmente de una zona continua de pasaje que cumple con los criterios de calidad de agua para organismos flotantes y que nadan. Las dimensiones individuales de la zona de mezcla establecidas por las Provincias están diseñadas para limitar el impacto de una zona de mezcla en un cuerpo de agua. Además, se debe evaluar, si asumir mezclas completas o incompletas basándose en los datos disponibles. En los sistemas de ríos, lagos, estuarios, y aguas costeras, las zonas de pasaje están definidas como rutas continuas de agua con condiciones tales de volumen, área y calidad como para permitir pasaje de organismos de modo tal que no haya efectos significativos en sus poblaciones.

El transporte de una variedad de organismos en agua de río y por movimientos de marea en estua-

rios es biológicamente importante en muchos aspectos: es comida acarreada a los comedores sésiles filtrantes y otros organismos no móviles, implica el mejoramiento de la distribución espacial de organismos y el refuerzo de poblaciones debilitadas, es el desarrollo de embriones y larvas de ciertas especies de peces mientras flotan.

Las especies anadromas y catadromas deben poder alcanzar adecuadas áreas de desove. Sus jóvenes (y en algunos casos adultos) deben tener aseguradas las rutas de regreso a sus áreas de crecimiento y vida. Muchas especies realizan migraciones para desovar y por otros propósitos según su especie. Pueden crearse barreras o bloques que previenen o interfieren con estos tipos de movimientos y transportes esenciales, debido a agua de inadecuada calidad física o química. Las autoridades de las Provincias afectadas pueden decidir denegar una zona de mezcla en un sitio o caso específico. Por ejemplo conviene denegarla cuando son volcados contaminantes bioacumulativos, el potencial de un contaminante para bioacumularse en organismos vivos se mide por:

1) El factor de bioconcentración (FBC), que es químico-específico y describe el grado hasta el cual un organismo o tejido puede adquirir una concentración más alta de contaminante que la de su medio ambiente circundante (por ej.: agua superficial)

2) La duración de la exposición

3) La concentración del compuesto químico de interés.

Mientras cualquier valor del factor de bioconcentración mayor de 1 indica la existencia de una bioacumulación potencial, dicha bioacumulación potencial no se considera significativa a menos que dichos valores lleguen a 100 o más. Por lo tanto, un

compuesto químico que es descargado en un curso receptor, que resulta tener bajas concentraciones y que tiene un valor del factor de bioconcentración bajo, no creará un riesgo de bioacumulación. Por el contrario, un compuesto químico que es descargado en un curso receptor, que resulta tener bajas concentraciones pero que tiene un valor del factor de bioconcentración alto, puede causar riesgo de bioacumulación. También, algunos compuestos químicos de relativamente baja toxicidad, tales como el Zinc, se bioconcentrarán en los peces sin riesgo para el consumo humano.

- Minimización del Tamaño de las Zonas de Mezcla: Las concentraciones por encima de los criterios crónicos son las que más evitan que los taxones sensibles residan por largo tiempo en las zonas de mezcla. A este respecto los organismos bénticos y los organismos territoriales deben ser los de mayor preocupación. Cuanto mayores las concentraciones que ocurran dentro de una isopleta, tanto más taxones serán excluidos; con lo cual se afecta la estructura y función de la comunidad ecológica. Es, por lo tanto, importante que se minimice el tamaño total de la zona de mezcla y el tamaño de las isopletas de concentración elevada dentro de la zona de mezcla.

- Prevención de mortalidad en los organismos pasantes: La mortalidad es una función de la magnitud de las concentraciones de contaminante y del tiempo que un organismo esté expuesto a tales concentraciones. Las exigencias para las plumas de efluentes que tienden a atraer la vida acuática deberían incorporar medidas para reducir la toxicidad (Por Ej.: pretratamiento, dilución) y así minimizar la mortalidad o cualquier efecto tóxico irreversible sobre la vida acuática.

6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS "TÉCNICAS" VERSUS PRÁCTICAS Y LIMITACIONES REALES PARA LA EJECUCIÓN DE CAMPAÑAS DE MONITOREO POR PARTE DE LOS ENTES DE CONTROL AMBIENTAL.

Acordar entre los encargados del muestreo, análisis en Laboratorio, diseño de la Red y usuarios finales de la información los aspectos prácticos y limitaciones objetivas y subjetivas que implican implementar lo planificado teóricamente en los puntos anteriores para cumplimentar los Objetivos versus las condiciones reales. La localización de estaciones, puntos de muestreo y frecuencia del monitoreo computados en los pasos previos acorde a los antecedentes hidrológicos y de calidad de agua de un curso superficial deben ser contrastados respecto a costos y limitaciones prácticas para acceder a los diferentes puntos de muestreo, en especial a aquellos ubicados en zonas inhóspitas y que requerirían un seguimiento "intensivo" que incluya horarios nocturnos y días feriados para una caracterización completa.

Se debe evaluar la conveniencia de "redondear" frecuencias de muestreo para el seguimiento de los parámetros prioritarios para el estudio en cuestión, las posibilidades de poseer personal de campo y del Laboratorio "extra", para atender los requerimientos de muestreo y análisis en días no laborables y costos que ello implica; versus la alternativa de coleccionar datos no "representativos" de la situación real existente en la zona en cuestión y cumplir con los objetivos del estudio encarado.

Por ejemplo para el caso particular de muestreo en arroyos y ríos, recordamos las consideraciones para atender los diferentes estados asociados a estaciones climáticas e hidrológicas y las condiciones para acceder al punto de monitoreo durante todo el año y/o periodo programado para el estudio en cuestión. El contar con el equipamiento adecuado para

colecta de muestras, mediciones de campo, vehículos, lanchas y/o equipos para aforo inclusive cuando se trata de pequeños cauces en los que se trabaja por "vadeo" los técnicos deben prever que material y equipos se emplean para cada situación, a fin de asegurar la "representatividad" del dato a obtener. Los factores prioritarios a satisfacer son:

- Acceso irrestricto al punto de muestreo en todo momento y condición hidrológica.
- Mezcla completa del aporte poluente de tributarios y/o efluentes en la estación de monitoreo seleccionada.
- Cuando se efectúa el seguimiento de un "bloque o masa de agua" para evaluar los cambios que le acontecen a lo largo de su "viaje" desde las nacientes hasta la desembocadura hacerlo atendiendo a la velocidad de la corriente de agua y "tiempo de residencia" en cada tramo estableciendo una frecuencia de muestreo acorde a los mismos.
- Definir el o los puntos de muestreo y profundidades respectivas en función de las condiciones de la sección transversal del río, para obtener una muestra "homogénea" única o mezcla de varias puntuales acorde a las características del cauce, profundidad, turbulencia e incidencia de "barros" de fondo.
- Seleccionar puntos de muestreo en zonas de mezcla completa de la corriente de agua que no sean afectados por obras civiles tales como puentes, represas, difusores de cañerías que transportan vuelcos de efluentes industriales y canales naturales y/o artificiales.

Si bien el muestreo desde puentes posee ventajas prácticas para el personal a cargo del monitoreo existen sin embargo posibilidades de contaminación de la muestra, dado que la mayoría de estas

estructuras están construidas en base a materiales metálicos, concreto, maderas impermeabilizadas con recubrimientos asfálticos (P.Ej. creosota) y circula regularmente un tráfico vehicular que pueden ser la fuente los poluentes principales que se están buscando. P. Ej. metales pesados, iones mayores, compuestos orgánicos. Debe efectivizarse el muestreo desde el borde que enfrenta a la circulación de la corriente y tomar precauciones para no extraer la muestra de zonas "estancadas" o que por efecto abrasivo de la soga que roza los bordes o las protecciones del puente se altere la "integridad" del líquido colectado con la adición de otros contaminantes.

6-1) RIESGO Y SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO PROPUESTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO BERMEJO

La temática control de calidad de agua en la cuenca actualmente no posee un seguimiento temporal ni espacial sistemático adecuado, reportándose datos de zonas "críticas" solo cuando se denuncian problemas o con muestreos en dichos tramos para períodos en los que suelen acontecer eventos de contaminación. Se supervisan ocasionalmente tramos limítrofes con Bolivia e interprovinciales, dada la trascendencia de la cantidad y calidad de agua que en este último caso transpone las fronteras y ha sido ya acordada, al menos respecto a caudales.

Las posibilidades de implementación y prosecución en el futuro del Programa de Monitoreo Hidrometereológico y de Calidad de Agua (de Carácter permanente) depende principalmente de compromisos Interinstitucionales que permitan asegurar para el periodo de tiempo que dure el Programa la disponibilidad de materiales y medios de todo tipo, que deben aportar principalmente los Entes provinciales participantes. Estos deben responsabilizarse de la implementación y ejecución de las campañas de monitoreo, procesamiento analítico de las muestras a coleccionar y colaborar en la identificación de las posibles fuentes de contaminación, el análisis y evaluación a nivel de cuenca de los problemas y posibles medidas correctivas. Dentro de la infraestructura requerida para el Programa del PEA para la temática contaminación de aguas del río Bermejo deben considerarse:

Laboratorios analíticos con instrumental apto para las determinaciones de los parámetros a monitorear, muestreadores y equipos de "campo". Vehículos apropiados, dado que existen estaciones ubicadas en zonas de difícil acceso y si fuera factible embarcaciones para muestrear tramos donde no hay puentes u otras alternativas para la extracción de muestras representativas de la transecta del río a evaluar. Personal capacitado, choferes, técnicos y/o personal entrenado para el correcto muestreo, medición en campo y preservación de los parámetros a determinar luego en Laboratorio. El relevamiento de la zona y de los antecedentes en cuanto al actual registro sistemático de datos indica falencias para algunas de las tareas de campaña enunciadas.

La implementación del Programa propuesto depende de la disponibilidad de medios, personal adecuado por parte de los Entes ambientales a cargo de las operaciones de campo y laboratorio, que en ocasiones no puede lograr la colecta de muestras "representativas" ni datos de campo por no contar con el equipamiento apto; habiéndose verificado la existencia de información parcial cuando es necesaria una completa identificación del problema ambiental. P. Ej. muestreo en orillas del curso, cuando muestras del canal principal del río o "muestras compensadas" hubieran dado una información más confiable. La medición de los parámetros in situ es "clave" para una mejor interpretación de los datos que luego reporta el Laboratorio regional cuando efectúa sus determinaciones.

Se considera necesario reforzar la capacidad operativa de algunos Organismos, en especial los Laboratorios regionales y comprometer a sus autoridades en el seguimiento sistemático del Programa de Monitoreo de la Red de Calidad de Agua y en la implementación de cursos de capacitación de operadores para campaña, de orientación en Instalaciones agroindustriales para manejo de pesticidas (Precauciones en su aplicación, higiene del operario/ seguridad) y en Procesos de fabricación y vuelco de efluentes que de ellos derivan. Se desea que las Plantas industriales posean un adecuado tratamiento y teniendo en cuenta la capacidad de autodepuración del río para el régimen hidrológico que corresponda efectivicen el vuelco de forma tal que la incidencia ambiental sea mínima.

BANCO DE DATOS Se considera necesario la conformación de un grupo de especialistas o entrenar y capacitar a un equipo de profesionales del PEA- COREBE a fin de que pueda ocuparse en forma exclusiva del manejo de la información recabada por los programas ambientales asociados y datos recabados por las Redes de monitoreo de Calidad de Agua e Hidrometereológica que están actualmente proponiéndose. Se requiere para este fin la implementación de un sistema geo referenciado - Que pueda vincular reportes de datos "crudos" y procesados estadísticamente de cada Estación y/o grupo de Estaciones (evolución temporal y espacial en la Cuenca) que deseen analizarse durante el desarrollo del Programa.

Implica entre otros temas el análisis de "consistencia" de la información hidro sedimentológica y de

Calidad de Agua que ingresa al Sistema para su posterior análisis estadístico. Colecta de informes de cada uno de los Centros Operadores. Carga de datos en Bases compatibles para su posterior procesamiento estadístico (P.Ej Excel) y incorporación a Planillas geo referenciables. Sistema (GIS). Confección de Reportes Mensuales que incorporen los datos de cada Centro Operativo y distribución de los datos completos acorde a los Formatos ya enunciados en el Punto 3. Confección de Reportes Semes-

trales y/o anuales y distribución de los Informes completos acorde a los Formatos ya enunciados en el Punto 3. Análisis y evaluación de toda la información colectada en la cuenca, tanto de la Argentina como de Bolivia para el seguimiento de los Programas regulares de Monitoreo de Calidad y los de "remediación" que decidan implementarse en tramos muy afectados y para mantener actualizado el Sistema de Gestión Ambiental propuesto actualmente por el PEA- COREBE.

§

7. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN "ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA" (ICA) PARA LOS RÍOS DE LA CUENCA DEL BERMEJO

En general la evaluación de la aptitud del agua para diferentes aprovechamientos se efectúa contrastando concentraciones de parámetros indicadores de contaminación respecto de Niveles Guía a respetar para las preservación de determinados usos en tramos del río en los que se dan estos aprovechamientos, por ejemplo tomas para plantas de agua potable, riego, recreación. Los datos provienen de muestreos esporádicos en zonas críticas como las ya enunciadas, de la operación de Redes de Monitoreo implementadas con fines específicos como la que se pretende para la Cuenca del Bermejo. Estas poseen una serie de Estaciones ubicadas a lo largo del río, una frecuencia de monitoreo y un listado de parámetros a relevar de los que depende la evaluación total del sistema y su categorización ambiental.

Se manejan Proyectos que pueden referirse a controles regulares periódicos de ciertos parámetros de Calidad del Agua para la evaluación del estado general del recurso hídrico o a casos específicos de evaluación de impacto ante situaciones de emergencia (P. Ej. vuelcos accidentales de poluentes en un río / o de plaguicidas en canales de riego). De esta forma los datos de las determinaciones analíticas de Laboratorio y las de campo llevadas a cabo durante los muestreos, se utilizan para caracterizar espacial y temporalmente al río o curso en estudio respecto a Niveles Guía para los diferentes usos a preservar (Listado de parámetros y concentraciones respectivas), Valores Objetivo y Estándares de allí derivados. La comparación de la información reportada (datos fisicoquímicos, bacteriológicos, etc.), con respecto a la situación de otros cursos de agua o de otras estaciones de muestreo del mismo curso y/o su

evolución temporal se ve dificultada por causas tales como:

* De la evaluación de los resultados podría deducirse que algunas características son relativamente peores que otras, pero en general no suele existir una total concordancia entre las apreciaciones efectuadas por los especialistas en el tema, respecto al grado de polución e incidencia sobre un aprovechamiento del recurso o "Uso" en particular.

* La relevancia de los datos y la interpretación de los mismos resulta difícil de evaluar para los responsables finales del manejo de la cuenca, que son los que implementan las políticas de saneamiento de los recursos hídricos de la misma y deben establecer las prioridades para optar por determinados cursos acorde a su relevancia socioeconómica y/o riesgos generables.

Un problema similar acontece para el público en general y en los medios de prensa, que no siempre poseen especialistas en el tema contaminación ambiental. Entre las soluciones propuestas para encarar este problema está la utilización de una escala numérica simple, relacionada con el grado de polución.

Formulación del Índice de Calidad de Aguas ("ICA") Esta categorización mediante un valor denominado, ICA que engloba las características más importantes asociadas a efectos nocivos de ciertos parámetros que inciden sobre los usos priorizados, resumen e integran de una manera especial bastante información. Esta proviene de ecuaciones matemáticas que integran los datos monitoreados en función de la relevancia de estos para los usos, y al valor de los parámetros prioritarios respectivos El ICA puede ser utilizado para

definir de una manera simple y mejor el difuso estado que indica el término “polución”, cuantificando el mismo para una estación o tramo del curso superficial relevado.

El ICA adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado regularmente se utiliza 10 o 100, los valores disminuyen con el grado de contaminación el curso de agua en estudio. En el caso que nos atañe se desea aplicar ICA ya estandarizados o diseñar un Índice adecuado para reflejar el estado de contaminación existente que limite ciertos usos en la cuenca del Río Bermejo.

Mediante la instrumentación del actual Programa se pretende supervisar el mantenimiento de buenos Niveles de Calidad y en caso de detectar problemas, concientizar, capacitar a fin de que por ejemplo se optimicen las tareas de producción en las Plantas agro-industriales. Estas pueden incidir directa y/o indirectamente en el aporte de poluentes al efluente final y las Plantas de tratamiento respectivas deben operar de manera tal que el líquido que llega al río posea la menor carga poluente factible, en función de la mejor tecnología económicamente disponible. El correcto manejo de plaguicidas y fertilizantes aplicados en zonas agrícola-ganaderas y técnicas de manejo de suelos para optimizar el aprovechamiento de las cosechas y la conservación del suelo contribuyen a una mejora de la situación ambiental en general y del agua del curso receptor en particular. Por lo que si este es elemento de uso regional podría llegar a incluirse en el diseño de un ICA específico para la Cuenca del Bermejo.

Los antecedentes referidos a la implementación de estos nuevos parámetros “globalizadores” denominados ICA y su aplicación la categorización actual de cursos hídricos receptores de poluentes es un tema muy controvertido, sus detractores que son en su mayoría técnicos especialistas en la temática ambiental, cuestionan la cantidad de información que se pierde en el proceso de simplificación efectuado por el ICA. Algunos técnicos priorizan el manejo y evaluación de extensos listados de parámetros y niveles de los mismos que denotan situaciones de “alerta” para la salud de la población y/o otros usos (P. Ej. fuente de agua potable) no siempre priorizados en todos los tramos de un río.

En contraste las personas no “expertas” en esta temática y público en general, aceptan la posible distorsión a fin de obtener una información más comprensible y útil para ellos, en especial los que perteneciendo a Entes Gubernamentales supervisan a los Organismos ambientales y a otros referidos a la producción y deben definir situaciones conflictivas, priorizar y asignar recursos para la preservación de los “Usos” elegidos en la cuenca versus otros intereses asociados a la temática socioeconómica.

7.1) VENTAJAS DE APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA “ICA”

Si se decide implementar un ICA específico para la Cuenca es conveniente considerar el uso prioritario al que se desea destinar el agua del curso en estudio, los requerimientos de Calidad de Agua (C.A.), varían en general en función de las necesidades, intensidad de uso, relevancia socioeconómica y política de la cuenca analizada. El agua tiene gran variedad de usos y acorde a los mismos se han establecido estándares que limitan en base a la concentración de una serie de parámetros la aptitud del agua para fines específicos, que el ICA puede resumir a través de un valor numérico.

— Provisión de agua potable. — Uso recreativo. (contacto directo / indirecto / aspectos estéticos y paisajísticos) — Piscicultura, protección de vida acuática. — Uso agrícola (irrigación / agua de abrevadero de ganado). — Navegación. — Provisión de agua para uso industrial.

Listamos a continuación algunas aplicaciones prácticas del ICA

Análisis de tendencias

* Los índices pueden caracterizar el estado ambiental de diferentes estaciones a lo largo de un río, por ejemplo, además de su variación temporal durante determinados períodos de monitoreo. En este caso se emplean valores que resumen el impacto ambiental de una serie de parámetros de calidad de agua sin necesidad de analizar el efecto particular de cada uno de ellos. Esto facilita la interpretación de los cambios en la calidad de agua que definen el proceso de degradación o el de mejoramiento del estado y calidad del curso de agua en estudio, resumiendo la información concerniente a las tendencias de variación respectivas.

Caracterización del estado ambiental del recurso hídrico analizado. * La aplicación regular del ICA, permite a los responsables del tema ambiental evaluar la calidad del agua del curso o cuerpo de agua en estudio, comparando las condiciones del mismo en diferentes puntos en el espacio y tiempo, entre sí y respecto a Niveles Guía / Valores Objetivo / Estándares que se deseen preservar mediante formulaciones y valores simples representativos que caracterizan la C.A. y aptitud de uso del curso o tramo del mismo en cuestión (Niveles 0 a 100).

Caracterización de zonas sensibles y/o Críticas en la cuenca en estudio * Mediante los ICA se pueden identificar aquellos tramos o secciones del río en los que la alteración de la calidad del agua es significativa y ameritan la ejecución de estudios detallados y relevamiento de una cantidad mayor de

parámetros que los que regularmente se utilizan para la determinación del ICA. Se satisface aquí un reclamo "válido" de los detractores del "ICA", que permitiría evaluar situaciones conflictivas para tramos muy específicos del curso receptor en cuestión.

Categorización de diferentes áreas y/o tramos del río en la Cuenca * Los Índices ICA - pueden utilizarse para comparar las condiciones ambientales de lugares o diferentes áreas de la cuencas hidrográficas asociadas a cada curso de agua, evaluando así las diferentes zonas geográficas correspondientes al tramo en cuestión.

Categorizar la aptitud de diferentes tramos de un río para ser receptores de efluentes * A través de la medición de la evolución del ICA aguas abajo de una descarga, se puede evaluar el efecto de vertidos contaminantes al curso de agua y analizar la eficiencia de los procesos de autopurificación que se producen en cada caso en particular, seleccionando luego los tramos o secciones mas adecuadas para el vuelco de efluentes de tipo industrial o municipal.

Asignación de recursos por parte de las autoridades provinciales. * La cuantificación mediante Índices de la situación existente en diferentes cursos de agua o tramos de uno, que manifiestan situaciones de contaminación significativa, ayuda a los organismos gubernamentales responsables en la toma de decisiones respecto a determinación de prioridades y asignación de fondos para Programas de recuperación de los mismos.

Reportes a medios de comunicación masiva e información pública. * Los ICA, constituyen una herramienta útil para informar al público en general, acerca de las condiciones de calidad de agua del recurso hídrico, su evolución temporal y espacial, su aptitud para el uso y también sobre los efectos de las medidas de saneamiento que se puedan estar implementando en la cuenca de aporte al mismo.

7.2) - ANTECEDENTES Y CLASIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DE AGUA. LOS INDICES PUEDEN GENERARSE ACORDE A LAS SIGUIENTES BASES

* En función de los usos del agua en la cuenca o tramo en cuestión. El "ICA" define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios asignados al recurso en cuestión. Esto implica una definición previa del uso a dar al agua en el río (P. Ej. agua potable, pesca, recreación, etc.), además de efectivizar una adecuada selección de las variables que integrarán la formulación del ICA y la relevancia de cada una de ellas, para que corelacionen eficientemente el valor hallado con el uso previsto. Estos índices son conocidos como de "uso específico".

* Asumiendo como hipótesis que un buen nivel en la calidad del agua es un atributo básico general, inherente a cualquier recurso hídrico, independientemente del uso para el cual el agua que

por él circula sea destinada en forma prioritaria. El río no debe naturalmente estar contaminado y si tiene influencia antrópica esta no debe afectarle. Estos ICA son conocidos como "Índices generales".

Los Índices de calidad basados en la medición de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos son comparables, pese a que muestren gran variedad y a veces notables diferencias, dado que provienen estructuras matemáticas diferentes. Estas están destinadas a proveer el medio para su comprensión y comparación conceptual, respecto a otros índices de referencia, se han popularizado algunos internacionalmente, entre ellos: el índice de calidad de agua propuesto por Brown

Una de las principales formulaciones del ICA fue originalmente desarrollada por la Fundación de Sanidad Nacional de los E.E.U.U. (WQI National Sanitation Foundation Index), utilizando una versión modificada del método de búsqueda sistemática de opiniones, conocida como "Proceso DELPHI", que dio lugar al "ICA" de BROWN. Este Índice se basó en el resultado de las encuestas efectuadas a un gran número de expertos en el tema calidad de agua en los Estados Unidos.

En las consultas efectuadas se les solicitaba inicialmente definir 35 contaminantes que acorde a su opinión deberían integrar el índice ICA, definir además su relevancia en cuanto al efecto contaminante de cada uno de ellos y finalmente el rango de concentraciones factibles y su posible efecto ambiental. Debía Utilizarse para ello una escala que reflejara incidencia nula (Nivel óptimo - 100%), hasta una situación crítica (Nivel mínimo o nulo - 0%). Esto último a fin de construir gráficos, tablas y/o curvas que definieran el impacto ambiental motivado por la presencia de determinada concentración del contaminante elegido, se procesaron las respuestas, tabularon y analizaron los resultados escogiendose finalmente 9 parámetros como base para desarrollar el Índice, que fueron los siguientes:

Oxígeno Disuelto (OD expresado en mg/l)
Coliformes Fecales (expresado en nmp/100 ml)
pH (expresado en unidades de pH)
Demanda Bioquímica de Oxígeno, a 5 días (DBO5 expresado en mg/l)
Nitratos (NO3 expresado en mg/l)
Fosfatos (PO4 expresados en mg/l)
Temperatura (Temp - expresada en grados Centígrados C°)
Turbidez (expresada en Unidades Técnicas de Turbidez)
Sólidos Totales (Sol Tot - expresados en mg/l)

Se efectivizaron luego nuevas consultas específicas, ahora vinculadas a estas 9 variables para asignar la relevancia ambiental de las mismas, y la variación o graduación del Nivel de calidad de agua, asociada a la presencia del parámetro polluyente en determinadas concentraciones, como se hizo anteriormente. Los investigadores finalmen-

se promediaron los valores enviados, que se referían al peso relativo de cada parámetro definiendo factores de relevancia ambiental W_i y a los que corresponden a los siguientes valores, cuya sumatoria es = 1.

Variable	Valor W_i
OD	0,17
Colif. Tot.	0,15
pH	0,12
DBO5 días	0,10
NO3	0,10
PO4	0,10
Temp.	0,10
Turbidez	0,08
Solid. Tot.	0,08

Los niveles de aptitud fueron graficados elaborando las curvas que definen la calidad del agua (100% a 0%) versus la concentración del poluyente el ANEXO se indica en las Figuras ICA en línea llena el promedio de los valores aludidos, también se dan algunos ejemplos de las curvas que definen la aptitud de la calidad del agua para "Usos específicos" potable / recreación de estudios realizados en CANADA (Ver ANEXO) El valor que se obtiene finalmente en la ordenada, acorde a la concentración del poluyente medido puede definirse como el subíndice "i" (Sub i). Calculados los subíndices el paso matemático subsiguiente es su agrupamiento, que acorde a BROWN et al, correspondió a la siguiente formulación: " ICA aritmético" = { Sumatoria de i:1 a 9 de (W_i) * (X_i (Ti)) } = este último valor se obtiene de las curvas ya enunciadas (Figuras ejemplo, constituyendo el término "Sub i") por lo que:

$$ICA \text{ arit.} = [\text{Sumatoria de } i:1 \text{ a } 9 \text{ de } (W_i) * (\text{Sub } i)]$$

Donde: X_i : Valor de la medición del parámetro i. W_i : Peso relativo o relevancia ambiental del parámetro i. Ti: Curva o tablas de valoración de la Calidad de Agua en función de la presencia y concentración del parámetro "i". El análisis de cada caso en particular debe basarse en información confiable basada en una adecuada metodología de muestreo, perfecta conservación de muestras colectadas, medición de parámetros a través de técnicas idóneas, etc. Los valores resultantes de la ecuación del ICA sirven para clasificar la calidad ambiental del curso de agua, que en dicha ocasión se agruparon en las siguientes categorías, acorde al rango de los valores obtenidos:

Calidad de Agua	Valor de la Ecuación
Excelente	91 a 100
Buena	71 a 90
Regular	51 a 70
Mala	26 a 50
Pésima	0 a 25

Implementación de índices más sensibles y adecuación del ICA para evaluar situaciones de toxicidad en los cursos de agua. La aplicación de estos Índices en diferentes cuencas afectadas por descargas puntuales y distribuidas de diversos contaminantes (Por Ej metales pesados, plaguicidas), llevaron a perfeccionar la formulación desarrollada originalmente. BROWN, en 1972 propuso su modelo multiplicativo:

$$ICA \text{ mult.} = [\text{Productoria de } i = 1 \text{ a } 9 \text{ de } (\text{Sub } i) \text{ Exp } W_i]$$

Varios estudios ya han demostrado la ventaja de este modelo para reflejar mejor las variaciones de la Calidad de Agua (C.A.) en un contexto de baja calidad generada por solamente uno o dos parámetros con valores "problemáticos", la formulación aditiva pecaba por la falta de sensibilidad para evaluar este tipo de situaciones. (Ref . Ing AS RAMEH - CETESB - BRASIL 1981) La evaluación de problemas asociados a la presencia de tóxicos y su incidencia en la Calidad de Agua y en los Índices ICA que definen la situación de un curso de agua en particular, a llevado a la mayoría de los investigadores a adoptar como criterio la asignación de un valor mínimo (0), cuando sea cual fuere el ICA sin estos compuestos, la concentración del elemento o compuesto tóxico medido supere un valor máximo preestablecido.

Es decir que la existencia de elementos tóxicos que superen normas vinculadas al uso prioritario del recurso conlleva automáticamente a un " ICA tox " = 0.

Esto implica definir un "Índice de Toxicidad" que adopta el valor 0 si la situación es crítica y 1, si

los valores de los parámetros medidos no son significativos (no superan los Niveles Guía establecidos) .

El Índice total general es este caso el producto de los anteriores.

Los índices aritmético y multiplicativo ya enunciados tienen en consideración la relevancia ambiental de los parámetros que integran los respectivos ICA, a través del coeficiente W_i para el análisis de una determinada situación del curso de agua en estudio.

En algunos Programas de relevamiento ambiental se ha trabajado utilizando índices "no ponderados" (np), estos permiten comparar y evaluar mejor diferentes estados de situación de un mismo río, entre ellos o respecto a situaciones "base" / de referencia seleccionadas para el caso en cuestión.

Los ICA no ponderados responden a la siguiente formulación:

$$ICA_{arit np} = 1/9 (\text{Sum de } i : 1 \text{ a } 9 \text{ Sub } i)$$

Otra alternativa que contempla la su variante multiplicativa es la siguiente:

$$ICA_{mult np} = (\text{Produc. de } i : 1 \text{ a } 9 \text{ Sub } i) \text{ Exp } 1/9$$

Aplicación del "ICA" en el río Bermejo

Para el caso particular de la información relevada hasta ahora y con la que se ha trabajado para el presente informe no son buenas las posibilidades de testear los valores del ICA Brown para caracterizar las Estaciones monitoreadas en la campaña de Noviembre de 1.998, dado que no han sido relevados todos los parámetros requeridos, existen datos de otros que no inciden en el ICA. Una aproximación puede efectuarse haciendo la salvedad de que se está operando con 7 y no con los 9 parámetros en los que se basa el Índice

Parámetro	Est. Aguas Blancas Río Bermejo		Est. Río San Francisco y Ruta 15		Est. Manuel Elordi Río Bermejo	
OD en % de Sat	92,6	95	82,0	85	86	90
Colif. Fecales (NMP)	23	58	930	20	240	27
pH	7,9	86	7,5	95	8,3	86
DBO (mg/l)	0,9	92	1,1	90	1,1	90
NO3 (mg/l)	0,7	96	1,2	90	0,9	92
Desv Temp Optima	10	15	10	15	15	10
Turbidez	18,3	60	485	10	25	55
Solid. Totales	No					
PO4	No					
	Sub i		Sub i		Sub i	

$$OD \% \text{ sat} = 100 \times [OD / OD_{sat}]$$

El valor de OD de saturación (OD sat) indica la máxima cantidad de oxígeno gaseoso que puede disolverse en agua a una determinada temperatura T_y puede ser estimado a partir de la siguiente ecuación:

$$OD_{sat} = 14,62 - 0,3898 \times T + \{ [0,006969 \times (T) \text{ Exp } 2] -$$

$$- [5,897 \times (10 \text{ Exp } -5)] \times (T) \text{ Exp } 3 \}$$

$$OD \% \text{ sat} = 100 \times [OD / OD_{sat}]$$

Para una temp del agua de 30°C,

$$OD_{sat} = 7,56$$

Est Aguas Blancas y Est San Francisco

Para una temp del agua de 34°C,

$$OD_{sat} = 7,06 \text{ Est}$$

$$OD_{sat} \text{ en } \% = 7 / 7,56 = 92,6 \text{ Est Aguas Blancas}$$

$$OD_{sat} \text{ en } \% = 6,2 / 7,56 = 82 \text{ Est San Francisco}$$

$$OD_{sat} \text{ en } \% = 6,1 / 7,56 = 86 \text{ Est M. Elordi}$$

$$ICA_{mult.} =$$

$$[\text{Productoria de } i = 1 \text{ a } 9 \text{ de } (Sub i) \text{ Exp } W_i]$$

$$\text{Variable} \quad \text{Valor } W_i$$

$$OD \quad 0,17$$

$$ICA_{mult 1} = (92,6) \text{ Exp } 0,17 \times (58) \text{ Exp } 0,15 \times (86) \text{ Exp } 0,12 \times (92) \text{ Exp } 0,1 \times (96) \text{ Exp } 0,1 \times (PO4) \times (15) \text{ Exp } 0,1 \times (60) \text{ Exp } 0,08 \times (\text{Sol. Tot}) = 30,54$$

$$\text{Colif. Tot.} \quad 0,15$$

$$\text{pH} \quad 0,12$$

$$\text{DBO5 días} \quad 0,10$$

$$\text{NO3} \quad 0,10$$

$$\text{PO4} \quad 0,10$$

$$\text{Temp.} \quad 0,10$$

$$\text{Turbidez} \quad 0,08$$

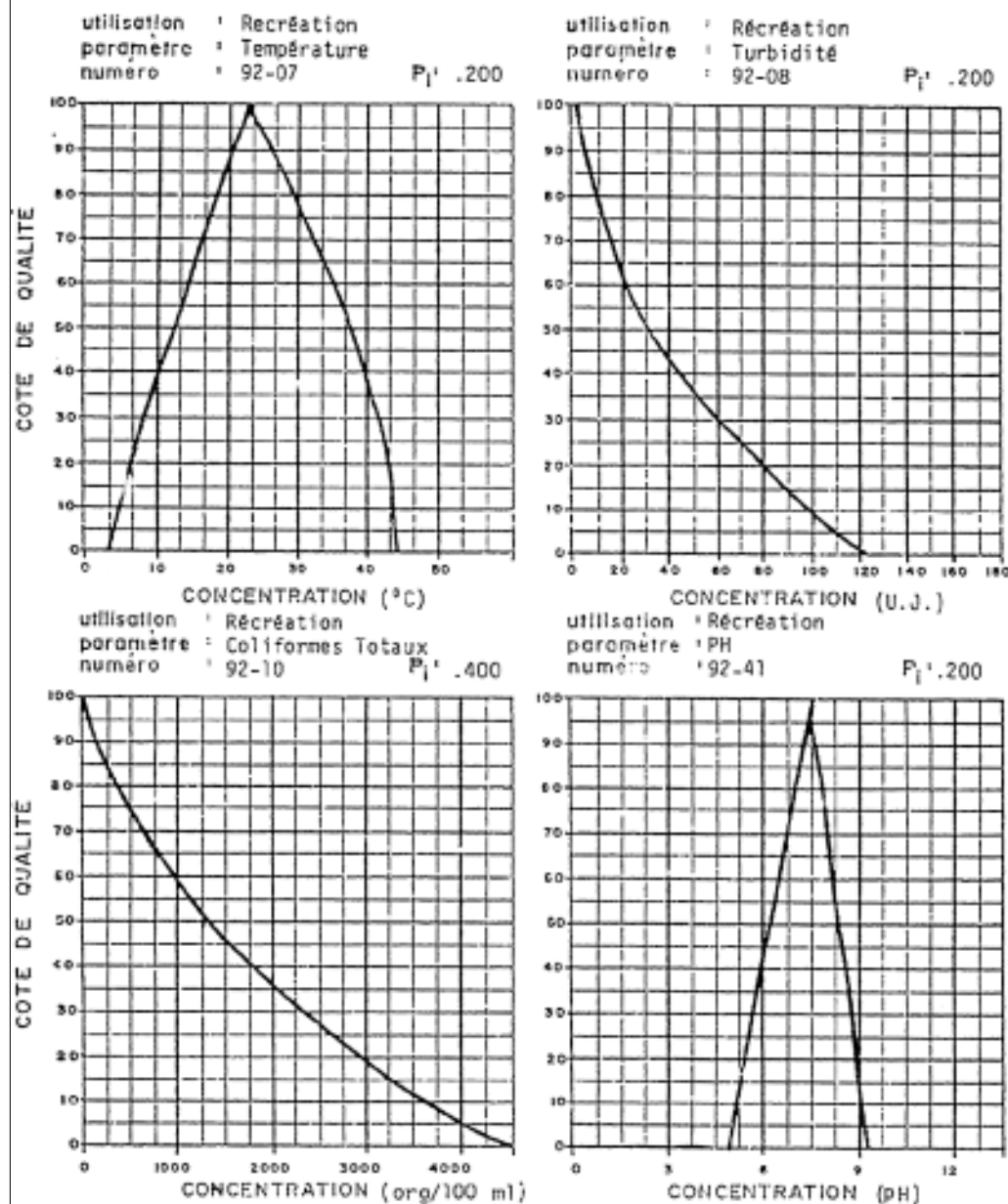
$$\text{Solid. Tot.} \quad 0,08$$

$$ICA_{mult 2} = (82) \text{ Exp } 0,17 \times (20) \text{ Exp } 0,15 \times (95) \text{ Exp } 0,12 \times (90) \text{ Exp } 0,1 \times (90) \text{ Exp } 0,1 \times (PO4) \times (10) \text{ Exp } 0,1 \times (10) \text{ Exp } 0,08 \times (\text{Sol. Tot}) = 10,79$$

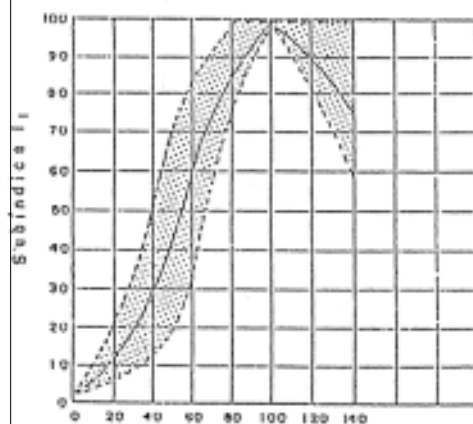
$$ICA_{mult 3} = (86) \text{ Exp } 0,17 \times (28) \text{ Exp } 0,15 \times (86)$$

$\text{Exp } 0,12 \times (90) \text{ Exp } 0,1 \times (92) \text{ Exp } 0,1 \times \dots \times (PO_4) \times (10) \text{ Exp } 0,1 \times (55) \text{ Exp } 0,08 \times (\text{Sol. Tot}) = 2,13 \times$
 $1,645 \times 1,707 \times 1,568 \times 1,57 \times 1,26 \times 1,378 = 16,32$

Existen en bibliografía y se están aplicando en varios países del mundo Índices de "Uso específico" que priorizan determinados parámetros acorde a los mismos, por Ejemplo para recreación los que integran el ICA en CANADA son:



Propuesta del componente Calidad de Agua



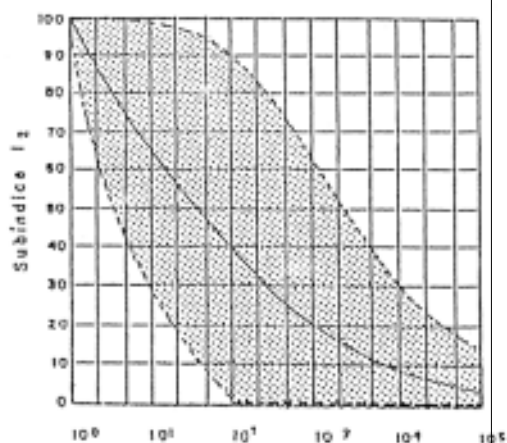
OXIGENO DISUELTO, % Saturación
(Para OD > 140% , $I_1 = 50$)

Figura 2

CONVENCIONES

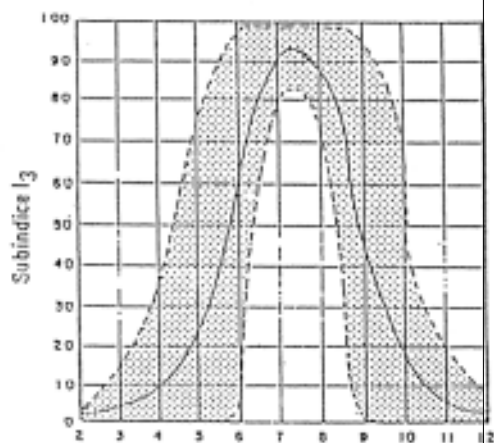
- Media aritmética
- - - Límite del rango con el 80% de confianza

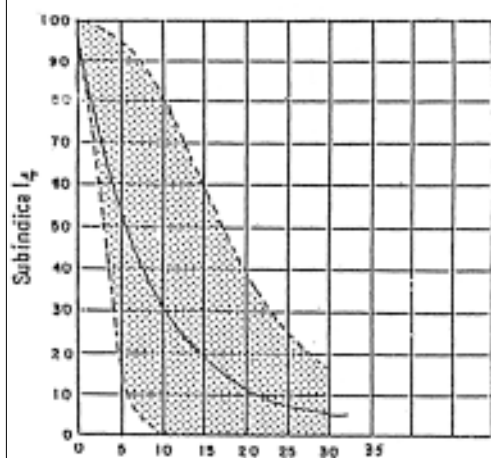
Gráficos que indican el
Grado de Aptitud
Versus
Concentración del contaminante
para ser utilizados
con el ICA formulado por BROWN



COLIFORMES FÉCALES, NMP/100 ml
(Para Coliformes Fecales Mayores de $10^6/100$ ml, $I_2 = 2$)

Figura 3

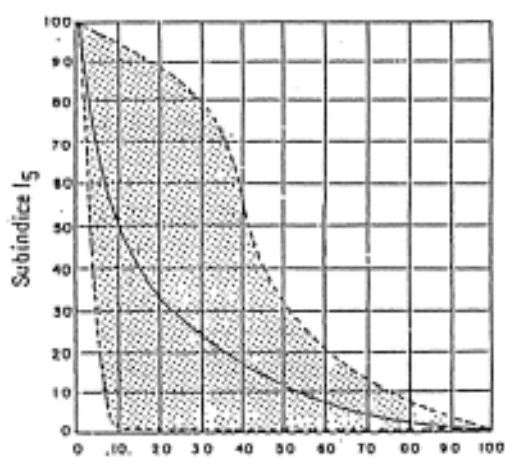




DBO₅, mg/l

(Para DBO > 30 mg/l, $I_4 = 2$)

Figura 5

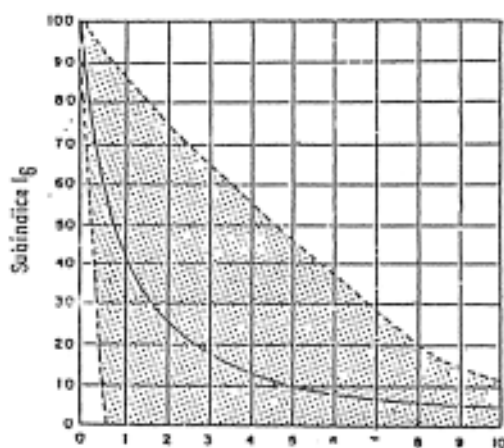


NITRATOS, mg/l

(Para Nitratos > 100 mg/l, $I_5 = 1$)

Figura 6

Gráficos que indican el
Grado de Aptitud
Versus
Concentración del contaminante
para ser utilizados
con el ICA formulado por BROWN



FOSFATO TOTAL, mg/l

(Para fosfato > 10 mg/l, $I_6 = 2$)

Figura 7

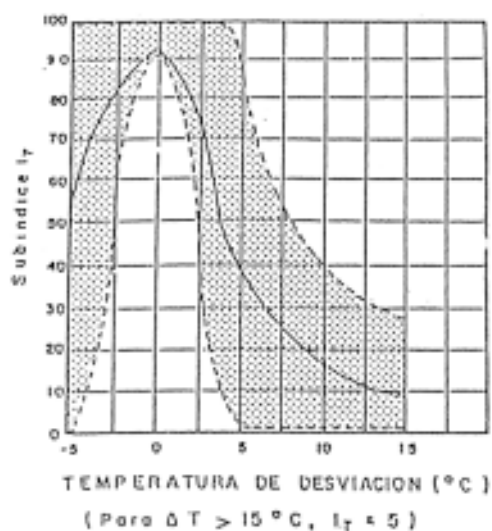


Figura 8

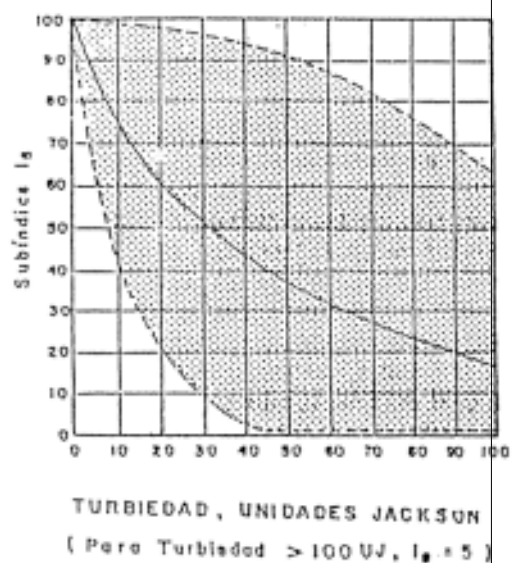


Figura 9

Gráficos que indican el
Grado de Aptitud
Versus
Concentración del contaminante
para ser utilizados
con el ICA formulado por BROWN

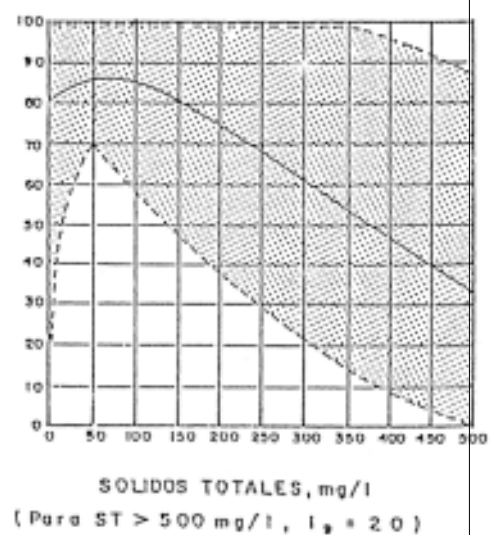


Figura 10

Temperatura	Nivel de relevancia $w_i = 0,2$
Turbidez	Nivel de relevancia $w_i = 0,2$
Coliformes Totales	Nivel de relevancia $w_i = 0,4$
pH	Nivel de relevancia $w_i = 0,2$
Sería conveniente implementar un ICA específico atendiendo a los Usos priorizados y/o intereses regionales en cada zona de la Cuenca del Bermejo	

§

8.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MONITOREO PROPUESTO POR EL PEA

Incluir como temas de discusión prioritarios en las reuniones a efectuar con los representantes de las jurisdicciones provinciales que participan del Programa, en especial cuando sea convocando el Grupo de Trabajo Técnico sobre Red de Monitoreo Hidrosedimentológica y de Calidad de Agua los siguientes Items: * Implementación de un sistema de "alerta" ante eventos de contaminación generados por causas accidentales y/o fenómenos naturales que puedan acontecer en la cuenca. Implica que luego del aviso reportado por operarios del PEA del área calidad de agua y/o del Programa hidrosedimentológico muestreos inmediatos en el área afectada y caracterización del problema con su implicancia temporal y espacial y efectos sobre salud humana, biota acuática y usos priorizados en la cuenca o tramo del río que se halla afectado.

* Las frecuencias de monitoreo para el Programa de Calidad de Agua se rigen por la prioridad ya establecida en los Objetivos respectivos (tendencias / valores medios de poluentes) pero pueden llegar a implementarse otras de relevamiento visual, que en cierto modo incrementan las posibilidades de detectar problemas puntuales de contaminación como los citados en el punto anterior - Este es el tema a tratar por los Entes reguladores provinciales que integran el Grupo de Trabajo Técnico - conformado por el PEA

* Relevamiento y optimización de los actuales sistemas de comunicación, listado de Entes regionales y/o personas a cargo de guardias regulares y para fines de semana para actuar ante emergencias hidrometeorológicas y eventos de contaminación (Programa PEA) - Evaluar la frecuencia de

reportes asociados al tema calidad de agua, Por Ejemplo Mensual en Estaciones de 1° y 2° Orden, trimestral en las de 3° y las referidas a la operación de estaciones hidrometeorológicas

* Relevamiento de accesos y aptitud de Instalaciones para muestreo de calidad de agua y/o aforo de nuevas estaciones propuestas de 1° y 2° Nivel

* Formas de optimizar el monitoreo mensual propuesto en las Estaciones de 1° y 2° Nivel y el trimestral para las complementarias.

* Discusión y Equiparación de Técnicas analíticas a emplear durante el Programa de relevamiento de la calidad de agua en la cuenca y manejo de los reportes de resultados a evaluar mensual y semestralmente .

* Intercalibración de Laboratorios que operan en el Programa - Programas de garantía de calidad intra e inter Laboratorios- Cadenas de custodia - Manejo de la información a reportar al Banco de Datos / Sistema de Información del Programas Hidrometeorológico y de Calidad de Agua.

* Discusión del Listado de parámetros de Calidad de agua que integrarían el ICA para el río Bermejo

* Valores de ingreso de los parámetros indicadores de polución o Valores del ICA acordados para cada jurisdicción y en tramos específicos de riesgo (P.Ej tomas para plantas potabilizadoras)

* Reunión con los Entes regionales de Bolivia operadores del Programa hidrosedimentológico y de Calidad de Agua que está implementando el PEA a fin de coordinar objetivos ambientales comunes a largo plazo para toda la cuenca en la temática correspondiente.

* Programas de Capacitación del personal a cargo del procesamiento de la información aportada

por el Programa hidro-sedimentológico y de Calidad de Agua, en el Banco de Datos (consistencia / depuración de datos, registro en computadoras de información georeferenciada (GIS) , manejo estadístico de datos, armado de Informes mensuales y anuales del PEA

Existen propuestas de Programas ambientales a nivel provincial y otros ya propuestos formalmente al PEA, que en base a la presente propuesta podrían llegar a reformularse acorde a una visión total o de cuenca. También la presente propuesta puede ser complementada y enriquecida por los objetivos de relevancia provincial/ local con que fueron en principio concebidos los inicialmente propuestos al PEA. La información que ellos pueden llegar a aportar al Programa del PEA, si son ejecutados por las provincias independientemente de nuestra propuesta es muy valiosa y acelerará la prosecución de los Objetivos generales ya delineados por el PEA y los del presente trabajo. Recordamos a continuación la codificación y objetivos de los Proyectos propuestos por las provincias y otros que desean ejecutar por su cuenta y tienen relación con los manejados por el PEA :

NUMERO DE PROYECTO: 60

NOMBRE DEL PROYECTO: Monitoreos de Calidad de Agua

ORGANISMO : Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia de Jujuy

OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS: Detectar el deterioro de las aguas de los ríos principales de la provincia, especialmente Río Grande, a través de programas de monitoreo que permitan mantener y controlar la calidad del agua.

PARTES INTERESADAS: Agua Potable S.A. - Direcciones de Recursos Naturales y de Recursos Hídricos

PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA PROVINCIAL - JUJUY- PROGRAMA DE GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS (PGRH) Componente de modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos Sub.Componente - Monitoreo de Calidad de Agua OBJETIVOS: Instrumentar y optimizar la gestión de la autoridad de control (DPRH) para control de la contaminación de la cuenca en especial en el Río Grande, cumplimentando los siguientes puntos básicos: Definir los usos principales de los recursos hídricos, en conjunto con los sectores de planificación provincial, aplicando el concepto de cuencas. Definir la calidad pretendida en función de los Usos definidos. Dictar las Normas actualizadas en función de las expectativas del mantenimiento de la calidad Definir los procedimientos para ejercer el control del cumplimiento de las Normas Ejercer el poder de "Policía", de acuerdo a los procedimientos fijados Diseñar un sistema de evaluación y control de la contaminación difusa

NUMERO DE PROYECTO: 99

NOMBRE DEL PROYECTO: Detección de agroquímicos en la cuenca del Bermejo

ORGANISMO : Dirección de Medio Ambiente, Min. de Salud Pública de Salta

OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS: Normalizar y/o Controlar el uso indiscriminado e intensivo de agroquímicos en el area de los departamentos de Orán y San Martín y arrastre a los cursos de agua del Bermejo- Siendo esta una fuente utilizada para el consumo humano se determina una masa poblacional expuesta al riesgo . PARTES INTERESADAS: Dirección de Medio Ambiente, Min. de Salud Pública de Salta , Programa de Toxicología del Ministerio de Salud Pública de Salta, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

NUMERO DE PROYECTO: 100

NOMBRE DEL PROYECTO: Contaminación Hídrica de la Cuenca del Río Bermejo

ORGANISMO : Dirección de Medio Ambiente, Min. de Salud Pública de Salta

OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS: Evaluación de las cargas poluentes "Máximas admisibles" en cursos superficiales de la cuenca, mediante la aplicación de un Modelo de Calidad de Agua que tenga en cuenta la capacidad de autodepuración del río y/o curso de agua en cuestión, a fin de tener instrumentos para normatizar los vuelcos indiscriminados que ellos soportan actualmente y deterioran la calidad del agua .

PARTES INTERESADAS: Dirección de Medio Ambiente, Min. de Salud Pública de Salta , - Atención de la Salud ambiental a través de su Programa de Saneamiento y Bromatología -Competencia en todo el territorio de la provincia de Salta

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- * Ref. 1- Thomas G. Sanders. - Design of Water Quality Monitoring Networks. Colorado state University - July 1979 USA
- * Ref 2 -US-Epa , Handbook for sampling and sample preservation of water and waste water . EPA/600/4-82/029- September 1.982 USA
- * Ref 3 - CIC - Comité Intergubernamental De Países Integrantes de la Cuenca del Plata , documentos presentados por la representación argentina referidos a Calidad de Agua - Guía Metodológica para la operación y Evaluación de la Red sobre Calidad de Agua- (1.991) Actualización de los reportes presentados por las delegaciones de los diferentes países referidos a la red Hidrometeorológica y de Calidad de Agua que se está implementando en la Cuenca. (1.998)
- * Ref -4 Sec de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable - PRODIA Programa de Desarrollo Institucional Ambiental - Informes del Ing. Ricardo R. Carrizo presentados al Componente Control de la Contaminación Industrial del Año 1.995 y 1996.
- * Ref -5 , INA- Instituto Nacional del Agua y del Ambiente , CTUA - Centro de Tecnología del Agua y del Ambiente - Informes de Avance presentados por Ricardo R. Carrizo referidos al Proyecto "Diseño de una Red de Monitoreo de Calidad de Agua y Sedimentos para el río Matanzas - Riachuelo" - (1997) - Convenio INA - SOPyC - DNRH (Informe final no publicado)
- * Ref 6 - CEE, Legislación Comunitaria Relativa al Medio Ambiente, Volumen N° 7 . Agua- Comisión de Comunidades Europeas. Direc.Gral XI - Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil (CECA - CEE) Bruselas Luxemburgo 1.993
- * Ref 7- Rameh Camal A., O Índice de Qualidade das Aguas no Estadode Sao Paulo. CETESB, XI Congresso Nacional de Engenharia Sanitaria e Ambiental. Setembro 1981 ABES
- * Provencher Michel, Lamontagne M.P. Méthode de Determination D' un Indice D' Appretiation de la Qualite des eaux selon differentes utilisations IQE - Service Qualite des Eaux, Ministere des Richesses Naturelles. Dec. 1977. Quebec, CANADA



RED HIDROMETRICA Y DE CALIDAD DE AGUA
AREA DE INFLUENCIA
RIO BERMEJO



BOLIVIA

SALTA

Red de Monitoreo de Calidad de Agua en la Alta Cuenca del Rio Bermejo
Esquema descriptivo de Estaciones relevadas en la provincia de Salta

Red de Monitoreo
de Calidad de Agua en
la Alta Cuenca del Río Bermejo
Esquema descriptivo
de Estaciones relevadas
en la provincia de Salta

ANEXOS

A-1

CONSULTAS REALIZADAS CON INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS

A-1-1) Organismos a nivel Nacional

Martes 4 de Mayo de 1999

Sub. Secret. De Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable Dirección Nacional de Política Hídrica - participaron en la reunión referida a aspectos de implementación de la Red de Monitoreo Hidrometeorológico y de Calidad de Agua a nivel nacional los siguientes profesionales Ing. Claudio Laborante Ing. Juan Carlos Ruscio Ing. Ruben Goransky Ing. Cora Bonet Se efectuaron consultas respecto a la «Red Básica» que se propone implementar a nivel Nación a fin de evaluar la calidad de agua de los cursos superficiales, en las cuencas hídricas principales del país. Para el caso del río Bermejo, se preveen efectuar en principio mediciones trimestrales en dos Estaciones con equipos portátiles de campo y salvo relevamientos con fines específicos y/o demandados por compromisos internacionales incrementar frecuencia y número de parámetros a relevar. Estos pedidos pueden estar asociados por ejemplo a los estudios y relevamientos que se efectúan para los Ríos de la Cuenca del Plata - acordados por el CIC- Comité Internacional de Países Integrantes de la Cuenca del Plata.

La puesta en funcionamiento de la Red de Monitoreo de Calidad de Agua a nivel nacional esta prevista en principio para el año 2.000. en el Presupuesto del corriente año se priorizó el inicio de la Red Hidrometeorológica. Red de Monitoreo de Calidad de Agua Básica a implementar por la Dirección Nacional de Recursos Hídricos de la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable La Red Básica propuesta para la cuenca del Río Bermejo contempla las siguientes estaciones de muestreo de agua en cursos superficiales :

- * Pozo Sarmiento - Provincia de Salta (Latitud $23^{\circ} 06'$, Longitud $64^{\circ} 13'$) - Sobre el río Bermejo

- * El Colorado (Latitud $26^{\circ} 18'$, Longitud $59^{\circ} 22'$ río Bermejo) Prov. Chaco - Formosa.

El prediseño contempla la realización de 4 campañas de muestreo anuales, basándose el Programa en la determinación de parámetros de Calidad de Agua, medibles mediante la utilización de equipos de campo en principio los siguientes: Conductividad eléctrica pH Temperatura Turbidez Potencial Redox Oxígeno Disuelto Amoníaco Nitratos Cloruros

Viernes 14 de Mayo de 1.999

Lic. Roberto Bignone COREBE - Coordinador del Grupo de Trabajo - para la Propuesta de Red Hidrosedimentológica y de Calidad de Agua para la cuenca del río Bermejo Lic. Juan Manuel Bazan COREBE Consultas sobre lineamientos, materiales e informes preparados por las provincias para la temática vinculada a Calidad de Agua Ing. Oyarzabal COREBE - Consultas sobre obras propuestas para tomas de agua en el curso del Río Bermejo que se envían a Plantas potabilizadoras existentes y proyectadas para poblaciones residentes en las Provincias del Chaco y Formosa

A-1-2) Relevamiento de Organismos provinciales y Laboratorios que participan en el Plan de monitoreo de Calidad de Agua de los ríos que integran la Cuenca del Río Bermejo

Miércoles 26/5/99

Entrevistas con Entes a cargo de la temática ambiental en la provincia de Salta Participaron los siguientes profesionales Ing Oscar Dean AGAS Carlos Cerezo AGAS Marcuzzi Jorge Dr. Julio B. Ruiz de Huidobro - Dirección de Medio Ambiente Director de Salud Ambiental de La Prov. De Salta Lic. Rivelli Felipe UNAS Universidad Nacional de Salta

Tema cólera - Ministerio de Salud Pública - Dr. Saravia Toledo- Cabecera de Hospitales de Salta Según las manifestaciones del Dr. Huidobro en la provincia se controlan y supervisan muestreos de calidad de agua en el río Bermejo, aparición de enfermedades asociadas - diarrea-cólera en poblaciones ribereñas - Existe un sistema de alerta que funciona en forma permanente a cargo del ministerio de Salud Pública Areas operativas sanitarias departamentales - con un Hospital de Cabecera en cada uno - Convenio Arbol 2 con Bolivia Para futuras consultas al Dr. Huidobro Director de Salud Ambiental llamar al - TE 0387 - 431817

Reiteraron los compromisos asumidos por el Laboratorio del Ministerio de Salud Pública de Salta- Dirección de Medio Ambiente, indicando que las determinaciones previstas para el relevamiento de la calidad del agua (PEA) en la cuenca del Río Bermejo son: Propiedades Físicas y de agregación Temperatura, Turbidez, Color, conductividad, alcalinidad, dureza, sólidos sedimentables Metales Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeseo, Arsénico Constituyentes inorgánicos no metálicos Cloruros, Fluoruros, Sulfatos, Boro, Amoniaco, Nitritos, Nitratos, pH, Oxígeno Disuelto, Sulfuro

Jueves 27/5/99

Entrevistas con Entes a cargo de la temática ambiental en la provincia de Jujuy Participaron los siguientes profesionales de la Dirección Provincial de Recursos Hídricos Argañaraz 363 - 0388-4221435 Director: Ing. Roberto Coronel Ing. Roberto Bernal (Hidrología/ Calidad de Agua) Ing Flores Mario -Hidrología Av. Santibañez 1662 San salvador de Jujuy Posen a cargo la temática de Agua Potable y Saneamiento

Se comentó la situación reinante respecto a recientes incidentes: Problemas de contaminación proveniente de Piletas de cola abandonadas - zonas mineras - en Abra Pampa. -Contaminación con plomo posiblemente causados por menas y residuos de industrias mineras depositados en las cercanías del pueblo - Metal huasi, por efecto de procesos de lixiviación / contaminación de napas / saturnismo en niños- Los Temas de EIA - Evaluación de Impacto Ambiental y vuelco de efluentes está actualmente a cargo de Unión de Gestión Ambiental de Minería de la Provincia El Ing. Flores- Red Hidrometeorológica - se ocupa del tema riego y manejo del agua disponible, han delegado algunas funciones a entes como Cooperativa de productores agrícolas de la zona., suelen organizar para discutir esta temática con los interesados reuniones que denominan: «Mesa de concertación», donde productores regionales tratan PEJ. Requerimientos vs oferta de agua elaborada mediante las predicciones efectuadas por la DPH, El pago de tasas de riego, pagos de impuestos - multas Ingenio Ledesma - Caso de la Cooperativa de Riego del Valle de Perico - reinversiones en obras vs pagos a la DPH

Viernes 28/5/99

Entrevista al Ing. Pedro Blasco -Agua de los Andes S.A. Prov. De Jujuy Tema operación de la Red de monitoreo propuesta y tareas ejecutadas en la de Noviembre de 1998 en las estaciones correspondientes a la provincia. Pueden seguir haciéndose cargo de las tareas acorde a la frecuencia propuesta - trimestral- Servicios de Laboratorio de la Empresa Agua de los Andes S.A. Listado de Parámetros que regularmente se determinan pH, Conductividad, Temperatura, Color, Sólidos Totales Disueltos, Dureza Total, Alcalinidad, Cloruros, Sólidos sedimentables, Sulfatos, Sulfuros, Nitratos, Nitritos, Amonio, Cloro Residual Total, Demanda de Cloro Fluor, Arsénico, Hierro Total, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre, Manganeseo, Cinc

Visita al Laboratorio de «Agua de Los Andes S.A.» Empresa a cargo del sistema de provisión de agua y cloacas en la provincia de Jujuy -en Reyes - Jefe del Laboratorio Aguas - Ing. Carlos Alberto Siyllbie. Ellos se ocuparon del procesamiento de las muestras colectadas durante el último monitoreo en Noviembre de 1.998. El Jefe del Laboratorio nos suministró el listado de últimos equipos adquiridos: Cromatógrafo fase gaseosa - con detección de masa Helwett Packard- HP - con el trabajan desde hace 2 años en el tema detección de plaguicidas clorados Espectrofotómetro de absorción atómica SHIMATZU- para metales pesados - salvo Hg- Espectrofotómetro UV - Visible Spectronie Modelo GENESYS Espectrofotómetro UV - Visible Spectronie 70 BAUSCH Y LOMB Muflas L2R (3) Muflas Cientifica Central J. RAPOPOT Balanza de precisión SARTORIUS (0,1 mg) Balanza granataria SARTORIUS (0,1 mg) Autoclaves Estufas de Cultivo Bombas de vacío Equipos para filtración (Filtros de membranas) Destiladores de agua - Marcas: Dalvo y Rolco Conductímetros Turbidímetros HATCH 2.100 y Modelos A

y P PHmetros - Parsec, Hanna, Altronic, Macbeth Agitadores múltiples, Floculímetros de precisión. Y Portátiles PC - e impresoras completas Cámara frigorífica 3o m3 hasta + 2°C

El laboratorio recibe muestras de los establecimientos potabilizadores de toda la provincia y supervisa la calidad del agua librada al servicio de cada localidad

Establecimiento Potabilizador	Localidad	Población servida	Tipo de toma para provisión
Reyes I	San Salvador de Jujuy	197.479	Río Guerrero
Reyes II			Río reyes
Chijra			Río Chijra
Alto la Viña			Vertiente
Ing.Carlos Snopek	Palpala	44.237	Dique los Alisos
			A° La Noria
La Urbana	San Pedro de Jujuy	53.066	Río Grande
			Pozo Semi Surgente
			Vertiente
Fraile Pintado	Fraile Pintado	10.720	Río Ledesma
Libertador General San Martín	Libertador General San Martín	42.169	Río San Lorenzo
			Pozo S/S
Calilegua	Calilegua	4.149	Pozo S/S
Caimancito	Caimancito	3.213	A° Los Berros
Yuto	Yuto	4.643	Pozo S/S
Vinalito	Vinalito	309	Pozo S/S
El Talar	El Talar	2.184	Pozo S/S
Reyes III	Villa Jardín de Reyes	1.097	A° La Quesera
León	León	868	Río León
Volcán	Volcán	1.011	Arroyo
Tumbaya	Tumbaya	227	Vertiente
Purmamarca	Purnamarca	397	Vertiente
Maimará	Maimará	—	Vertiente
Tilcara	Tilcara	3.014	A° Huasamayo
Yacoraite	Yacoraite	236	Río Yacoraite
Colonia San Jose	Colonia San Jose	412	Río Yacoraite
El Perchel	El Perchel	97	Río Yacoraite
La Banda	La Banda	150	Río Yacoraite
Huacalera	Huacalera	531	Río Yacoraite
Uquia	Uquia	420	Vertiente
Humahuaca	Humahuaca	6.709	Río Grande
			Vertiente
Abra Pampa	Abra Pampa	4.997	Pozo S/S
La Quiaca	La Quiaca	11.788	
Susques	Susques	746	Vertiente

* Entrevista con el Ing. Agrónomo Costas Otero - Ministerio de Economía - Secr. De Bienestar Social - Dirección de Recursos Naturales

En las oficinas de las Ex. - Instalaciones Administrativas / Club. Social , de Planta Siderúrgica Zapla -

Palpala - pertenecientes actualmente al gobierno de la Provincia

- Recomienda no incorporar la estación propuesta por el Ing. Blasco debido a las dificultades para el acceso en épocas de lluvias - El Piquete - zona Arrayanal, aunque sería el punto ideal para controlar los vertidos de efluentes del Ingenio La Esperanza .

Propone cursos para el apropiado manejo de plaguicidas en áreas tabacaleras, de cítricos y de caña de azúcar para lograr eficiencia en su uso y aplicación y seguridad para los empleados a cargo de las tareas - Monitoreo trimestral en principio de Plaguicidas en agua del río Bermejo. Aconseja implementar al menos dos campañas en estiaje debido a que en ese periodo se producen regularmente problemas. Comenta la importancia del manejo del agua mediante Dique derivador Los Molinos sería importante la implementación y supervisión de una estación de Calidad de Agua en dicha zona ya que de allí se provee agua para riego - Consorcio de Riego del Valle de Los Pericos y para Plantas Potabilizadoras de la Población de Alto Comedero. Zona predominantemente tabacalera, aunque a través de INTA se están tratando de cultivar nuevos productos -Citrus- frutilla La ciudad de Embarcación se provee como fuente de agua potable principalmente de acuíferos - (agua de pozos). Nos comentó respecto a los avances del Programa de abatimiento del arsénico en aguas de bebida, en especial a partir de fuentes de agua subterráneas San Antonio de los Cobres- Zona límite con la provincia de Santiago del Estero

* Visita al Consorcio de Riego del Valle de Los Pericos «CRVP» Sr. Francisco Carlos Scaro - Presidente - La sede del Consorcio de Riego se halla en la Cooperativa de Tabacaleros de Jujuy Ltda Gerencia Técnica a cargo del Lic. Ralf Schillinguer Posee buena infraestructura para evaluar las condiciones hidrometeorológicas en la cuenca en la que operan Río Perico y parte del Río Grande. Manejan con la autorización del Gobierno de la Provincia las tomas de agua para riego del Río Grande - Dique Derivador Los Molinos - Presas las Maderas - Las Ciénaga .

El consorcio maneja, mantiene y evalúa la información provista por tres Estaciones Meteorológicas automáticas, una Estación hidrológica en el Río Grande y unos 80 Pluviómetros y la que le llega por convenios con Instituciones locales tales como con la Univ. Nac. De Jujuy - Cátedra de Climatología, La Cámara de Tabaco - Finca Experimental «La Posta», INTA Perico, entre otras Ofrece al Programa la información a proveer mediante las instalaciones existentes y en construcción para aforo y medición automática de parámetros hidrológicos a los que se podrían incorporar sensores aptos para la medición de variables de Calidad de Agua.

Los diarios del día viernes 28 de mayo desmintieron la gravedad de los informes preliminares referidos a la contaminación derivada de la existencia de residuos sólidos en el área perimetral y de influencia de la Ex Planta industrial Fundidora Metalhuasi que por más de 50 años trabajó en fundición de plomo, mineral extraído de los yacimientos puneños. El resumen del texto es el siguiente: «Tanto los análisis efectuados por Agua de los Andes como los informes de los hospitales desmienten la alarma inicial del evento denunciado. Se efectuaron 5 tomas en diferentes sitios incluyendo el pozo N° 4 que es el que emplea Agua de los Andes, otro en el Barrio Via Soto y otra del río Miraflores . Otra en el canal de aguas servidas ubicado frente al cerro Huancar y finalmente una del tanque de abastecimiento del tanque principal de Agua de los Andes, ninguna de ellas se halla contaminada con Pb, según el reporte de la Dra. María Georgina Layon, Jefa de Control Hídrico del Ministerio de Bienestar Social Por disposición del ministro Ameghino Basco - del Ministerio de Bienestar Social se enviaron a inspeccionar la zona a técnicos de la Dirección de Medio Ambiente que tomaron nuevas muestras de suelo y de agua para averiguar su posible incidencia en contaminación plumbica Las muestras serán enviadas al Laboratorio de la Dirección de Minería y al Central para verificar la aptitud del agua para consumo humano en cuanto a niveles de Pb y también su Calidad bacteriológica.»

Lunes 31 de Mayo . Reuniones efectuadas en Formosa

Entrevista con el Lic. Ricardo Merlo del Centro de Investigaciones de la Univ. Nacional de Formosa CIMECLI se ocupa principalmente de la temática asociada a Estaciones atmosféricas pluviométricas - y meteorológicas , el Centro pertenece a la Facultad de Recursos Naturales, en donde también funciona el CEDEVA - Centro de Desarrollo Experimental de Validación Agropecuaria.

Entrevista con el Ing. Carlos Nardín Dirección Prov. de Recursos Hídricos Provisión de información para el programa de Alerta Hidrológico El control de la contaminación de cursos hídricos superficiales está a cargo de ellos, pero la temática vinculada al Río Bermejo está por ahora a cargo del Ing Zambón con el que colaboran.

Martes 1 de Junio / Formosa

Sub Secretario de Recursos Naturales y Ecología del Ministerio de la Producción Ing. Horacio Rodolfo Zambón Ing. Jorge Neri González Dirección de Aguas y Suelos Lic. Enzo de Petre del Labora-

torio de Aguas / Suelos Lic. Hugo Ruben Bikaluk Dirección de Aguas y Suelos Ing. Alicia Actis Grande Sede - J.M. Uriburu 1513 Formosa - Tel /Fax 03717 - 427576

El Laboratorio a cargo de este ENTE provincial suele efectuar determinaciones de calidad de agua para uso agrícola - El Listado de parámetros comentado en la reunión fue el siguiente: Iones metálicos, salinidad, RAS, CCR carbonatos/ bicarbonatos Comentaron la trascendencia que para ellos tiene conocer la calidad de agua en el Bermejo en la zona de Santa Rita, dado que de allí parten las tomas de agua para agro y Planta Potabilizadora de Ing. Juárez (Población estimada 10.000 habitantes), estas actualmente funcionan bien en crecida, ahora el río ha tomado un cauce nuevo (500 m distante del original) originando problemas en estiaje, debe bombearse agua hasta el canal (lo hace Obras Públicas) Otra toma de mucho interés para la provincia es la que llega a Laguna Yema (antes de la Estación de aforo de Sausalito) de ella sale un canal que va a la Planta Potabilizadora que va al pueblo homónimo Puerto Lavalle Cultivos regionales : algodón , maíz, soja Puerto Velaz - es también de interés provincial zonas arroceras a ambos lados del río Bermejo y suministro de agua a poblaciones ribereñas.

SPAP Ing Bartolosi - T.E. 03717 -433736 - Servicio Provincial de Agua Potable

El manejo de las tomas de agua, Calidad de agua librada al servicio y Plantas potabilizadoras aun no privatizadas en zonas rurales están totalmente a cargo del SPAP., que supervisa también la provisión de agua y servicio de cloacas en las ciudades de Formosa y Clorinda han sido ya dadas en concesión 03717 - 433736

Tipo de análisis que realiza el Laboratorio del S.P.A.P Servicio Provincial de Agua Potable Departamento Calidad y Medio Ambiente Análisis para el agua de consumo:

Bacteriológicos:

Aerobios Totales
Coliformes Totales
Enterobacterias
Coliformes Fecales
Pseudomonas
Estreptococos Fecales
Salmonella y Shigelia
Hongos y Levaduras
Vibrio Choleare

Metodología

Cuenca del Plata
Tubos Múltiples
Aislación, Tipificación y Serología
Tubos Múltiples
Aislamiento y Tipificación
Tubos Múltiples
Aislación, Tipificación y Serología
Membranas Filtrantes
Aislación, Tipificación y Serología

Determinaciones Físicas

pH
Color
Conductividad
Turbidez
Sólidos

Metodología

Potenciometría
Colorimetría
Electrometría
Nefelometría
Gravimetría

Determinaciones Químicas

Cloro Residual
Alcalinidad
Acidez
Dureza
Calcio
Magnesio
Cloruros
Sulfatos
Hierro
Amoniac

Metodología

Colorimetría
Titulación volumétrica
Titulación volumétrica
Titulación volumétrica
Titulación volumétrica
Cálculo
Titulación volumétrica
Turbidimetría
Colorimetría
Colorimetría

Nitritos	Colorimetría
Nitratos	Colorimetría
Fluoruros	Colorimetría
Arsénico	Colorimetría
Aluminio	Colorimetría
Demanda de Cloro	Titulación – Colorimetría

Miércoles 2 de Junio de 1999 - / Reuniones con ENTES gubernamentales del Chaco

Se integró a nuestra comisión el Ing. Luis Baruzzo que colabora en el PEA_ COREBE (Datos : off / casa 037834 - 22238 /// Celular 15 - 037831-552399 -) Consultas y discusión de la temática Red Hidrometereológica y de Calidad de agua con: Lic. Ramón Vargas Administración Provincial del Agua - APA - Chaco Ing Hugo Rohrmann APA - Chaco- Area Estudios Básicos Los problemas con la calidad del agua comienzan regularmente en diciembre cuando se inician las crecidas (regularmente entre Navidad y año nuevo descargan y/o limpian instalaciones las Plantas papeleras, Ingenios azucareros, dándose en esa época mortandad de peces, diarrea infantil en poblaciones ribereñas. Existe además una causa «natural» que enfatiza los efectos adversos se relaciona a las «aguas blancas», color que caracteriza al río luego de las primeras crecidas, que acarrear material arcilloso fino Sobre el Río Bermejillo es de interés de la provincia controlar la calidad de agua que se registra en Comandancia Frias (ingreso desde Salta) dada la posible incidencia de contaminación y de menor flujo y calidad del agua subterránea que teóricamente llega a dicho río (Finca de SOROS - numerosas bombas para provisión de agua para riego de sus campos)

Visita al Laboratorio de APA - Jefe del Lab - Lic Vila

En el mismo predio se hallan algunas instalaciones de SAME Servicio de Agua y Mantenimiento de Empresas Proveedoras de agua potable con la que mantienen fluidas relaciones y se complementan para tareas de monitoreo y análisis de aguas en la provincia Existen cultivos de Algodón y Arroz de gran extensión, en localidades cercanas a Presidente Roca y el Colorado que suelen aplicar excesiva cantidad de Plaguicidas , afectando los cursos superficiales y los acuíferos en el área. Estancia «Don Pano» (Eulekian) posee también un sistema de bombeo relevante -

Comentó que ha enviado ya información de Normativas provinciales incluyendo la Norma 847 y 787 APA, (Dra. Roveras PEA- COREBE - Legislación de la provincia) Se le solicitó igualmente que envíe a COREBE el Listado de parámetros de Calidad de agua / vuelcos permitidos en cursos de agua superficiales que figura en la Norma Ley 3320- decreto 847 del 12/4/94 - Anexo 1 Listado de concentraciones de parámetros y caudales de contaminantes (permisibles)

Han solicitado al Banco Mundial - convenios de la Provincia para APA. La provisión de un cromatógrafo en fase gaseosa con detector de masa, para análisis de plaguicidas órgano clorados. Esperan recibirlo a fin de año Poseen un equipo de detección de metales pesados - Por absorción atómica Metrolab, desean completar el mismo con la cámara de flujo para determinación de hidruros Hg Efectúan inspecciones de efluentes industriales cada tres meses en algunas industrias de la zona

Ellos estuvieron a cargo del procesamiento de las muestras colectadas en el monitoreo de calidad de agua del mes de Noviembre de 1998 procedentes de las Estaciones del tramo del río que comparten con la provincia de Formosa

EQUIPAMIENTO ACTUAL DEL DEPARTAMENTO LABORATORIO DE LA APA

Espectrofotómetro de absorción Atómica /Fotómetro de llama /Espectrofotómetro UV - Visible / Espectrofotómetro portátil DREL 2010 /pH-Meter HATCH Ec 10 /TDS Meter - HATH (Sólidos Disueltos Totales) /Incubadora para DBO/Balanza Analítica Sartorius 0,1 gr /Balanza Analítica Shimatsu 0,1 gr. /Balanza Granataria Sartorius 0 a 1.000 gr. /Destilador Rolco - (Capacidad de generar 20 litros/ hora) /Agitador magnético con calefacción /Heladera comercial de 11 pies /Estufa eléctrica para secado 0 - 300 °C /Mufla eléctrica 0 - 2000 °C /Centrifuga de mesa 1.000 RPM /Tamizadora Macotest con juego de tamices Tiller /Muestreador de profundidad Van Dorn /Agitador eléctrico Vertical Baño María eléctrico - 12 bocas /Medidor de OD con sonda Reactor para DQO , 0 - 200 °C - 25 viales /Bomba de Vacío Equipo Filtrante para coloides marca Sartorius /Lupa con aumento marca Wild /Disco Secchi Autoclave vertical a gas (Cap 30 litros) /Estufa de incubación 37 °C/Estufa de esteriliza-

ción 0- 300 °C /Baño termostatzado 44 °C /Cuenta Colonias

EQUIPOS LICITADOS POR ENHOSA A INCORPORAR Cromatógrafo de gases computarizado Marca Hewlett - Packard, serie 68190 - Plus, provisto de muestreador automático, Estación de datos, Impresora, detectores de ionización de llama y microcaptura electrónica, Puerto de inyección Split/ Splitless

EQUIPOS A LICITAR POR LA SUPCE A INCORPORAR Microscopio Triocular, con fototubo, accesorio para contraste de fases, cámara fotográfica y Cámara clara para dibujo Sensor Multiparámetro portátil para medición de pH, mv, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Temperatura Turbidímetro con rango 0- 1000 UNT Bote con motor fuera de borda de 15 HP con trailer completo y equipos de seguridad obligatorios correspondientes Draga Ekman, peso : 4 a 8 kg con mensajero y malacate Molinete para aforo, con 4 m de barral Muestreador de fitoplancton (Malla tamaño de 20 um)

Determinaciones Y Técnicas Analíticas Empleadas Para Agua Destinada A Actividades Recreativas Y Agropecuarias, Preservación De Vida Acuática, Agua Proveniente De Residuales Industriales Y Cloacales

Parámetro	Método
Temperatura	Sensor
pH	Electrométrico
Conductividad	Puente w
Oxígeno Disuelto	Método Iodométrico- Winkler / Electrométrico
DBO , 5 días a 20 °C	Dilución - Incubación
Cloruros	Método de Mhor
Nitrógeno Amoniacal	Nessler
Nitrógeno de Nitratos	Reducción de cadmio
Nitrógeno de Nitritos	Acido sulfanílico
Coliformes Totales	Tubos Múltiples
Coliformes Fecales	Tubos Múltiples
Compuestos Fenólicos	Antipirina
Mercurio	Absorción atómica /Vapor frío
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato (Flujo cerrado)
Oxígeno Consumido	Permanganimetría
Detergentes Aniónicos	Azul de Metileno
Hidrocarburos Totales	Cromatografía gaseosa
Sustancias Orgánicas	Cromatografía gaseosa
Plaguicidas	Cromatografía gaseosa
Sulfatos	Turbidimétrico
Dureza	Complexometría
Arsénico	Método Gutzeit
Hierro Total	Absorción Atómica
Manganeso	Absorción Atómica
Aluminio	Absorción Atómica
Selenio	Absorción Atómica
Bario	Absorción Atómica
Plata	Absorción Atómica
Niquel	Absorción Atómica
Estaño	Absorción Atómica
Clordano	Cromatografía Gaseosa
DDT	GC /ECD
Endosulfan	GC /ECD
Endrin	GC /ECD
Heptacloro	GC /Ms
HCH	GC /ECD

Herbicidas Fenoxídicos	GC /ECD
Difenilos Policlorados (PCH)	GC /ECD
Tolueno	GC /MS
Toxafeno	GC /MS
Metoxicloro	GC /MS
Diazinon	GC/FPD
Metil Paration	GC /MS
Paration	GC /MS
Plaguicidas Totales	GC /MS

Equipos e instrumental requeridos por APA

Espectrofotómetro UV.Visible con arreglo de diodos computarizado. Rango 190 - 1.200 nm Analizador de Carbono Orgánico Total - Tipo TOC - SHIMATSU 5000 Baño de inmersión Circulación Tipo Lauda. Rango 0- 150 °C Baño de Incubación para Coli Fecal Rango 44.5 - 45.5 °C

Unidad de Digestión Kjeldahl/Heladera tipo industrial, 4 Puertas/Muestreador de líquidos cloacales/Muestreador microbiológico de profundidad/ Campana de flujo Laminar vertical. Seguridad biológica clase 2 /Sistema detector selectivo de masa para el equipo GC cromatografía Gaseosa /Un Sensor de Clorofilas /Equipo de Epifluorescencia para microscopía /Fotómetro subacuático /Generador de hidruros- Detección de Hg - Accesorio para el Espectrof. De. Abs. Atómica/ Horno de Grafito

Jueves 10 de Junio de 1999- Reunión de trabajo en el INA

Ing. Daniel Brea Laboratorio De Hidráulica Aplicada - Instituto Nacional del Agua - INA Convenios INA-COREBE. Consultas respecto al tema transporte de sedimentos en la Cuenca del Río Bermejo

A-2

NORMATIVAS REFERIDAS A CALIDAD DE AGUA EN CURSOS RECEPTORES Y VUELCO DE EFLUENTES - PROTECCIÓN DE USO AGUA POTABLE Y AGRÍCOLA

Listado de Tablas con Niveles de calidad de agua en cursos superficiales y vinculados a efluentes que inciden sobre el aprovechamiento agrícola de la fuente Dadas las prioridades de uso seleccionadas se presentan algunos listados de parámetros del agua que se destina al uso agropecuario y que preservan la calidad de los productos y salud de la población que los consume, en adición a los ya enunciados en el Documento principal

Otros ejemplos de normativas / nacionales

Deseamos destacar dentro de las Normativas recientes referidas al vuelco de establecimientos industriales o de otras fuentes que llegan a Conductos pluviales, cursos receptores destinados a uso agrícola, las recientemente propuestas en la Provincia de Córdoba / a través de la Dirección Provincial de Agua y Saneamiento DIPAS , que establecen además de las Normas para descargas a cursos de agua superficiales, embalses, cuencas de aporte directa, cuenca de drenaje y los referidos a nuestro tema de interés

Límites máximos de descargas contaminantes a cuerpos de agua superficiales de DIPAS (Dirección Prov. del Agua de la Prov. de Córdoba) descargas a colectoras pluviales y para riego agrícola

Parámetro (I)	Valor Límite	Parámetro	Valor Límite
Temperatura	< 40 ° C	Solid. Sed. 2 hs	< 1,0 ml/l
pH	6,0 a 9	Oxig. Consumido	< 20 mg/l (II)
DBO _{5 días} (III)	< 50 mg/l (V)	Demanda de Cl (VI)	Se deberá satisfacer y no exceder un residual de 0,1 mg/l
Sulfuros	< 1,0 mg/l	Fósforo Total	< 10 mg/l
Nitrógeno Total	< 20 mg/l	Cr + 6 y Cr Total	< 0,2 mg/l y < 2,0mg/l
Cadmio	< 0,1 mg/l	Plomo	< 0,5 mg/l
Mercurio	< 0,005 mg/l	Arsénico	< 0,5 mg/l
Comp. Fenólicos	< 0,05 mg/l	Cianuro	< 0,1 mg/l
Cobre	< 0,1 mg/l	Estaño	< 4,0 mg/l
Hierro	< 2,0 mg/l	Niquel	< 2,0 mg/l
Zinc	< 0,1 mg/l	Sust. solubles en Eter Etílico	< 50 mg/l
Detergentes	< 1,0 mg/l	Bact. Colif. Totales (VII)	5.000 NMP/100 ml
Bact. Colif. Fecales	< 1.000 NMP/100 ml	Hidrocarburos	< 30 mg/l

(I) Cuando los conductos Pluviales llegan a un embalse las descargas de efluentes líquidos deberán cumplimentar las exigencias establecidas para ese cuerpo receptor, indicadas en la tabla correspondiente. (II) Este dato solo se tendrá en cuenta para juzgar la calidad del efluente, cuando no pueda realizarse la DBO (III) La DBO en efluentes de lagunas de estabilización o aireadas, la determinación se efectuará sobre muestras filtradas para eliminar la influencia de las algas. (V) Límite transitoriamente tolerado por 2 años a partir de la vigencia de la presente reglamentación, luego deberá ser reducido a 40 mg/l (VI) En aquellos establecimientos que justifiquen disponer de un tratamiento específico para reducir el contenido microbiológico que no sea sobre la base de cloración, se podrá no exigir la demanda de Cloro, en cuyo caso la descarga deberá contener menos de 5.000 NMP de bacterias coliformes / 100 ml (VII) En caso de que la Autoridad de Aplicación lo considere necesario la descarga deberá tener menos de 5.000 Colif. Totales / 100 ml.

No se admitirán en los cuerpos receptores indicados la descarga de líquidos residuales que contengan:

- a) Gases tóxicos o malolientes o sustancias capaces de producirlos
- b) Sustancias que puedan producir gases inflamables
- c) Residuos o cuerpos gruesos (lana, pelo, estopa, trapos, etc.)
- d) Residuos provenientes de la depuración de líquidos residuales
- e) Líquidos intensamente coloreados o de olor ofensivo
- f) Sustancias que interfieran en los procesos de autodepuración en el cuerpo receptor
- g) Sustancias que puedan olor y sabor en plantas de potabilización de agua o interfieran en el tratamiento de las aguas para consumo
- h) Sustancias tóxicas Aspectos estéticos : en el punto de descarga no deberán sólidos flotantes, aceites, espumas.

Límites máximos de la Calidad de las Aguas residuales para el Riego Agrícola (DIPAS)

Parámetro	Nivel Máximo en (mg/l) *	Parámetro	Nivel Máximo en (mg/l) *
Acroleína	< 0,1	Aldrin	< 0,02
Aluminio	< 5,0	Antimonio	< 0,1
Arsénico	< 0,1	Bicarbonatos	< 100
Berilio	< 0,1	Boro	< 0,5
Cadmio	< 0,01	Carbonato de Sodio residual	< 2,5
Cianuro	< 0,02	Clordano	< 0,03
Cloruro	< 142	Cobre	< 0,2
Conductivid. elect	< 1.000 umho/cm	Cromo exavalente	< 1,0
D.D.É.	< 0,04	Dieldrin	< 0,02
Hierro	< 5,0	Fluoruro (como F)	< 1,0
Fosfato Total	< 5,0	Heptacloro	< 0,02
Niquel	< 0,2	Nitratos	< 30
Nitr. Tot. Kjeldhal	< 30,0	Plomo	< 0,5
Potasio	< 250	p H	< 6,5 a 8,5
Relac. Absorción de Sodio (RAS)	< 3,0 **	Selenio (como selenato)	< 0,02
Sodio	< 250	Solid. Tot. Disueltos	< 500
Sólidos Suspendidos	< 50,0	Sulfatos	< 130
Toxafeno	< 0,005	Zinc	< 2,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)		5 = mg/l (valor en revisión **)	

Propuesta del componente Calidad de Agua

Límites máximos de la Calidad microbiológica de las aguas residuales para el riego agrícola . DIPAS (a)

Categoría	Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nemátodos intestinales(b)	Coliformes fecales(c)	Trat. de aguas residuales neces. para lograr la calidad exigida
A	Riego de cultivos que regularmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos (d)	Trabajadores, consumidores, público	< 1	< 1.000 (d)	Serie de estanques de estabilización que permiten lograr el objetivo indicado o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivo de cereales industriales forrajeros, praderas y arboles (e)	Trabajadores	< 1	No es aplicable	Retención en es-tanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y colif. Fecales
C	Riego localizado de cultivos en la categoría B cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos	Ninguno	No es aplicable	No es aplicable	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, por no menos que Plantas de sedimentación primaria

(a) En casos específicos se tendrá en cuenta los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar para modificar las Directrices de acuerdo con ello. (b) Especies Ascaris, Trichuris y anquilostomas (expresados en media aritmética N° de huevos por litro) // durante el período de riego. (c) Media Geométrica N° por 100 ml, durante el periodo de riego (d) Se establece una directriz más estricta (< de 200 Colif. Fecales / 100 ml) para prados públicos, como en los hoteles, plazas, con los que el público puede entrar en contacto directo (e) En caso de arboles frutales, el riego debe cesar 2 semanas antes de cosechar la fruta y ésta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión

Condiciones particulares de descarga de aguas residuales municipales cuando dicho efluente ya tratado es utilizado en forma directa para riego agrícola Ref N° 3 . Manual BID /OPS / SEMARNAP.

Parámetro / Unidad	Promedio mensual de 4 muestras	Ninguna muestra mayor de
pH	upH	> 6,0 < 9 > 6,0 < 9
Solid. Susp. Tot	mg/l	60
DBO ₅ días	mg/l	45
DQO	mg/l	120
Solid Dis Tot	mg/l	900
Solid. Sed	ml/l	—
Aceites y grasas	mg/l	10
Temperatura	° C	35
Conductividad	uMOHS/cm	1.300
Nit. Tot Kj	mg/l	30
N - NH ₃	mg/l	20
Fosfatos Totales	mg/l	15
Det. SAAM	mg/l	15
Colif. Fecal	NMP/100ml	1. 000 (promed. logarítmico)
Huevos Helmitos	Viable/l	< 1
Mater. Flotante	mm	< 3
RAS		6
Boro	mg/l	0,75
Cloruros	mg/l	—

A-3

RECOMENDACIONES OPERATIVAS GENERALES PARA LA CAMPAÑA Y MANEJO DE LAS MUESTRAS COLECTADAS DURANTE EL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN CURSOS SUPERFICIALES

1- Poseer documentación que avale las actividades «oficiales» del personal para el trabajo encomendado, (al menos para el Jefe de la Comisión, etc.), contar con el permiso expreso de los dueños de los predios privados, públicos o de Entes gubernamentales mixtos en donde se hallen las estaciones y/o caminos de acceso a las mismas.

2- Selección de rutas de acceso con caminos «seguros» y cumplimentar todos los requisitos de ingreso a las Estaciones, deben preverse con antelación las rutas que se emplearan para arribar a cada estación utilizando caminos aptos para el vehículo que se va a utilizar y/o embarcaciones apropiados para llegar a los puntos de muestreo.

3- Instruir al personal a cargo de las «tareas de campo» en el manejo de equipos de extracción de muestras, medición y determinaciones físico / químicas a efectuar durante la campaña Supervisar en lo posible (en especial al comienzo del Programa) el cumplimiento de las «pautas metodológicas» para un correcto muestreo, medición y preservación de las muestras procesadas en «campo» y las que van luego al Laboratorio.

4- Llevar todos los materiales para la colecta de muestras (envases, reactivos de preservación, etiquetas) Elementos para instrumentar la toma de muestras en una forma segura para el operador y para el éxito de su tarea (P.Ej llevar sogas, escaleras, aparejos, etc. cuando la toma de muestras no pueda efectuarse desde las orillas del curso y deba accederse al mismo desde puentes; en los que no siempre se puede maniobrar en forma simple para el manejo de los

«muestreadores» sean estos simples (P Ej. baldes) o sofisticados (Van Dorn para agua / CORE o dragas para sedimentos). En campo «lavar» el muestreador varias veces con el agua a muestrear.

La calidad de los datos analíticos generados por el Laboratorio depende en gran parte de la calidad de las muestras que ingresen al mismo, por ello deben tomarse todos los recaudos posibles para evitar la contaminación y/o deterioro de las muestras desde su extracción, distribución y/o filtración en campo (cuando sea necesaria); hasta su medición final en campaña (in situ) o en Laboratorio.

Recomendaciones para prevenir la contaminación involuntaria de las muestras colectadas

a) Las mediciones «de campo» deben realizarse en una sub muestra separada, la que debe ser descartada luego de la determinación. (puede devolverse al curso analizado si no se alteró su composición con aditivos nocivos), estos análisis efectuados «In situ» nunca deben hacerse en la misma muestra que se envía luego al Laboratorio para el resto de las determinaciones.

b) Los equipos portátiles utilizados para las «mediciones de campo» deben estar en perfecto estado de conservación y mantenimiento, calibrados y contar con baterías de emergencia por si fallan las ya colocadas. Debe tenerse como hábito limpiar los sensores (P. Ej. de pH, conductividad, sensores de iones específicos) luego de cada medición, en especial si se esta operando con líquidos muy sucios u oleosos, o con pH extremos. Las

muestras utilizadas para este tipo de determinaciones deben luego descartarse, por lo que debe preverse siempre una cantidad adicional para este fin. Llenar las Planillas de reporte de datos correspondientes a la estación monitoreada.

c) Los recipientes para extracción y colecta de muestras, nuevos o usados deben limpiarse de acuerdo a los métodos indicados en la bibliografía especializada (Ref. N° Standard- Methods) utilizando siempre solo el tipo de recipiente recomendado para el parámetro en cuestión (Ver Tabla N° 1). Si estas condiciones o las de preservación de la muestra para una posterior determinación analítica confiable no se dan, NO EXTRAER LA MUESTRA

d) Los frascos destinados para muestras de agua solo deben utilizarse para ese fin (cuando se halla colectado en ellos muestras de efluentes muy contaminados y/o aceitosos, descartarlos, no utilizarlos aunque parezcan limpios). Si estos recipientes han sido utilizados en el Laboratorio para almacenar reactivos químicos concentrados nunca deben usarse para la colecta de muestras en campañas.

e) Antes de ser utilizados «en campo» todo el material de muestreo se debe controlar, verificando su aptitud, por ejemplo los envases y el material de vidrio limpios, los reactivos a ser usados en la preservación de las muestras «no vencidos». Respetar la metodología de preservación acorde al parámetro a medir según lo indicado en la Tabla N° 2. Identificar cada envase utilizado (rótulos) durante el monitoreo y llenar las planillas de muestreo respectivas para cada «serie» de parámetros y frascos correspondientes.

f) Una vez concluida la extracción y distribución de las muestras colectadas en la estación de monitoreo en los envases apropiados es recomendable adoptar como práctica metodológica para evitar errores en el uso de diferentes reactivos para la preservación de los diferentes parámetros a medir luego en el Laboratorio la siguiente: Seleccionar y separar todas los envases con muestras destinadas un grupo de parámetros que utilizan determinado «Preservativo» y dosificar en cada uno el mismo en forma conjunta, pasando luego a operar con otro grupo de muestras empleando otro reactivo (estos deben ser de pureza analítica).

g) Extremar las precauciones para la colecta de muestras bacteriológicas, no «lavar» el envase en este caso con el agua a muestrear, acción que para otros parámetros se recomienda. Deben mantenerse los frascos esterilizados hasta el instante de llenado, no tocar el interior de los mismos ni la tapa. Cerrar de inmediato, una vez colectada la muestra, asegurar y proteger el cierre del frasco, finalmente deben ser preservadas adecuadamente (frío) y analizadas lo más rápido posible.

h) Puede utilizarse teflón o film de aluminio enjuagado con solvente para prevenir la contaminación debida a tapas de las botellas de muestras en las que luego se analizan compuestos orgánicos.

i) Durante las operaciones de monitoreo no tocar la parte interior de los recipientes destinados a colecta de muestras de agua y/o material sólido con las manos descubiertas ni con guantes.

j) Concluido el monitoreo los recipientes de muestras deben guardarse en ambientes limpios, libres de polvo, gases, suciedad y basura. Estas precauciones son válidas también cuando se efectúa el transporte de frascos y material de muestreo en los vehículos que se utilizan durante la «campaña».

k) Los derivados del petróleo (naftas, aceites, gases de escape de vehículos y/o lanchas) constituyen una de las fuentes factibles de contaminación de las muestras colectadas, inclusive el humo del cigarrillo, además los gases de escape suelen contaminar las muestras con Plomo y metales pesados, los equipos de aire acondicionado también aportan trazas de metales pesados)

l) Los filtros a utilizar en «campaña» deben estar en buenas condiciones para su uso y haber sido tratados con ácido y/o las soluciones correspondientes acorde al parámetro a medir luego de procesar la muestra. En caso de tener que efectuar el filtrado en «campo» constatar la asepsia del material a utilizar, filtros, bombas de vacío y frascos para dicho fin y tener una reserva de agua destilada para la limpieza de materiales y equipos que se deben reutilizar o ensuciar accidentalmente.

m) Si se emplean frascos esterilizados, estos se abrirán solo en el momento de su llenado. Evitar el contacto de muestras y ácidos con objetos extraños, en especial metálicos

n) No debe medirse conductividad en un agua que halla sido utilizada para medir pH, dado que el ClK de los electrodos de pH se difunde y altera el valor medido.

o) Cuando se muestrea es necesario llenar completamente los envases si el agua colectada va a ser sometida a alguno de los siguientes análisis: Compuestos Orgánicos volátiles, OD, CO₂, Cl libre, Nitrógeno amoniacal, SH₂, pH, Dureza, SO₂, NH₄, Fe, Aceites y grasas, acidez, alcalinidad. Cuando se muestree para recuento de bacterias o Sólidos Suspendidos, dejar algo de espacio en el frasco para facilitar el mezclado que se hace luego, antes del fraccionamiento de la muestra.

p) Colectar un volumen de agua suficiente para efectuar todas las determinaciones analíticas previstas, considerando además los requerimientos de «Control analítico de Calidad» del Laboratorio (blancos, duplicados, etc.). Además emplear durante el muestreo, trasvase del líquido y acondicionamiento en el «frasco» que llega luego al Laboratorio y finalmente al técnico analista materiales que no

perjudiquen la determinación analítica del parámetro en cuestión cumpliendo siempre los preceptos enunciados para su correcta preservación y tiempos para obtener un dato confiable (ver Cuadro N° 2)

q) Las muestras colectadas durante la campaña nunca deben dejarse expuestas al sol, deben guardarse en lugares frescos y en las heladeras que se utilizan durante el monitoreo, debiendo arribar lo más pronto posible al Laboratorio para su determinación analítica, con los preservativos que hagan falta acode al parámetro a medir. Prever la compra y/o provisión de hielo, cuando se opera en zonas alejadas de centros urbanos.

r) Contar siempre con reservas de agua destilada para limpieza de equipos y frascos que puedan ensuciarse accidentalmente vasos de precipitado limpios para medición / calibración de pH, blancos, soluciones buffer(frescas), si la filtración se realiza en «campo» contar con equipos apropiados para efectuarla (trompas vacío / bombas a batería, etc.). Llevar cables y adaptadores para recarga de los equipos de medición (sondas / electrodos) . Sogas, caja de herramientas, conservadoras / hielo, pipetas y frascos para los reactivos químicos a usar para preservación de las muestras a colectar que se envían luego al Laboratorio . Agua común en bidones para higienización del personal, jabones antisépticos y botiquín de primeros auxilios para atender emergencias, ropa y calzado adecuados para operar en la estación.

A-3-1) Otras pautas a respetar en campaña para la colecta de muestras «representativas» del Nivel de Calidad de Agua del Río Bermejo

Considerando que el muestreo se efectúa en forma manual en todas las estaciones, desde las orillas del curso, tributarios y/o efluentes que a él llegan, desde embarcaciones o desde puentes carreteros o ferroviarios, debe contarse con equipos muestreadores simples y seguros recomendándose los tipo Vam Dorn, Kemmerer o Nansen construidos de materiales tipo PVC, acrílico, metal recubierto con teflón que no afectan la composición del agua muestreada, son de fácil limpieza y permiten su «descontaminación» mediante lavados simples.

Otra alternativa que ahorra el paso de trasvase a los envases que se utilizan para medición directa o para el envío al Laboratorio es la construcción de aparejos que puedan portar estas botellas de vidrio y/o de plástico sumergirse y colectar directamente la muestra a analizar, en ocasiones esto resulta más práctico y rápido que el método previo. Si las condiciones lo permiten puede inclusive utilizar baldes plásticos, estos deben ser de fuerte constitución y con manijas «seguras» para permitir las tareas de colecta desde puentes y embarcaciones, cuidando siempre las condiciones de limpieza antes de cada extracción y que la operación no genere alteración ni contaminación de la muestra de agua a medir.

Constatar antes del inicio de la «campaña» la presencia de todo el material que será utilizado durante la misma: cantidad de botellas y frascos del tipo y volumen requerido por cada serie de parámetros a medir (P.Ej «Serie Nitrogenada» / de mat plástico) , preservativos para su conservación hasta el Laboratorio, Muestreadores aptos y operar respetando siempre lo indicado en la TABLA N° 1 (Tipo de Envases aptos y acondicionamiento de las muestras colectadas acorde al parámetro a medir, además de los tiempos previstos para efectuar una medición «confiable»)

Instrumentar el llenado de planillas para asegurar que se cuenta con material suficiente para la medición de todos los parámetros que se ha planificado medir en dicha estación de monitoreo, incluyendo las muestras adicionales que requiera el Laboratorio para confirmar su performance analítica (blancos, réplicas, etc.). Debe respetarse la «cadena de custodia» para que en todo momento se conozca al responsable de las muestras, de su medición en campo, traslado, recepción en Laboratorio, determinación analítica final y reporte de resultados al encargado del proyecto.

* Las muestras de agua deben extraerse en zonas donde exista buena circulación (perfecto mezclado) , no en areas estancadas. No recoger partículas grandes y no homogéneas (P.Ej ramas, hojas de arboles)

* Se consideran muestras «representativas» de ríos o arroyos en tramos homo-geneos por los que circula poco caudal, las semi - superficiales (P.Ej a 10 cm del pelo de agua) o las integradas en profundidad si el «tramo» o sección transversal monitoreada posee más de 2 m de profundidad. Cuando existen diferencias entre las zonas costeras y el «canal principal» se aconseja tomar en tres puntos superficiales y si la profundidad es apreciable duplicar lo ya enunciado o tomar muestras «integradas» en profundidad.

* En caso de muestreo manual (llenado de envases que van directo al Laboratorio y/o baldes que luego distribuyen su contenido), efectuar la colecta de «frente» a la corriente o dirección de circulación del río, para evitar contaminar la muestra manipuleo de envases y muestreadores que lleven material extraño a su interior, etc.)

* Cuando se trabaja desde embarcaciones llenar los muestreadores frente a la corriente, sin tocar la «boca» del muestreador y alejando lo máximo posible a este del bote y del motor del mismo para impedir la contaminación «extra» asociada al muestreo en sí (P.Ej debido a pérdidas de aceites / combustible de lanchas que transportan al personal) Portar en este caso el mínimo de materiales y equipos factibles para trabajar en forma eficiente y cómodo, sin desatender los elementos de seguridad personal (botiquín de primeros auxilios, salvavidas, etc.)

* En un puente muestree del lado del mismo de donde viene la corriente, para ver los objetos flotantes o la contaminación que alterarían la representatividad de la muestra a tomar. Llevar señales de alerta para cuando se deba operar desde puentes en los que circula mucho tráfico vehicular.

* Cuando se coleccionen muestras a diferentes profundidades verificar que la apertura, llenado y cierre del muestreador se concreten acorde a lo previsto. Se deberá contar con «lastres» adecuados para operar en canales o «ríos corrientosos».

* Cuando se muestreen descargas de efluentes puntuales, seleccionar el punto de extracción en el centro del canal o conducto que llega al curso receptor (al un nivel dentro del rango de 40 al 60 % de la profundidad total del canal), donde la velocidad media de circulación sea mayor, se minimiza de este modo la sedimentación del material suspendido, evitando además la colecta de aceites y grasas superficiales . Las que en caso necesario se coleccionarán por separado para evaluar los aspectos de contaminación que dicho material genera.

* Cuando deban extraerse muestras compensadas en ríos considerar la velocidad de la corriente y su cambio en la vertical para coleccionar muestras «representativas» o integrar la misma en función del caudal que circula a diferentes profundidades.

* Optimizar el uso de envases que pueden ser transportados en un mismo «frasco» con idéntico tipo de preservación para ciertas determinaciones analíticas (P.Ej. sust. nitrogenadas, metales,) manteniendo siempre las cláusulas de una perfecta identificación de los mismos y tratando de minimizar la cantidad de personas que manejan las muestras para mantener y optimizar la «cadena de custodia» y conocer en todo momento su ubicación y a los responsables de su manejo y/o determinación analítica final

A-3-2) Control de calidad en las operaciones de campo

Este aspecto constituye un elemento esencial en todo Programa de Monitoreo, además de los procedimientos estándares ya indicados, se requiere la ejecución de tareas adicionales que permitan confirmar que las muestras coleccionadas mantienen su «integridad» y son representativas del punto de muestreo y/o estación en la que se está operando. Para esto es necesario la colecta de «muestras duplicadas» , ejecutar en campo la preservación de los «blancos».

Este tipo de muestras sirven para evaluar la reproducibilidad de los valores hallados para los diferentes parámetros en dicha estación de muestreo y los blancos para constatar la pureza de los reactivos químicos utilizados para la preservación de muestras, detectar contaminación en los frascos destinados a la «campana», papeles de filtro o equipos de filtrado u otros elementos utilizados en la colecta de la muestra .

Se pueden también detectar errores sistemáticos o casuales acontecidos desde la toma de la muestra hasta su determinación analítica final en el Laboratorio. La frecuencia y número de «blancos y duplicados» se establece al comienzo del Programa, acorde a los Objetivos finales y/o precisión requerida por el estudio en ejecución.

a) Blanco de frasco: Antes de realizar la visita a la estación de muestreo en campo, se debe tomar al azar uno de cada 10 de los envases destinados a la «campana», llenarlo con agua destilada, preservarlo de igual forma que las muestras de «campo» y enviarlo al Laboratorio junto al resto de los frascos coleccionados. Se detecta así cualquier contaminación del envase.

b) Blanco de muestreadores: Periódicamente se deben preparar y analizar este tipo de muestras, consistentes en agua destilada que se coloca en dicho equipo y trasvasa luego a frascos de limpieza certificada para su posterior análisis. Esto prueba la inocuidad del «muestreador» utilizado o fallas en su limpieza y/o mantenimiento (sistemas de cierre, sellos, válvulas, mangueras, etc)

c) Blanco de filtros: Si las muestras de agua son filtradas en campo, los filtros a utilizar deben lavarse previamente en Laboratorio con una solución que pueda eliminar cualquier contaminante que pudiera luego afectar la medición de la variable de interés. Los filtros deben ser luego secados y envasados adecuadamente, antes de su envío a campo. Los equipos de filtración deben lavarse previamente en Laboratorio de la misma forma que los filtros y transportarse en bolsas de polietileno selladas.. Se debe preparar diariamente un «blanco de filtro» pasando una muestra de agua destilada ultra pura a través de uno

de los filtros previamente lavados en el equipo de filtración y conservarlo de igual forma que las muestras de agua para su posterior envío al Laboratorio en donde se analizarán las variables de interés.

d) Blancos de campo: Se sugiere la ejecución de estos en la proporción de uno cada 10 muestras de agua, al concluir la jornada de muestreo, llenando los recipientes con agua destilada ultrapura, agregando los conservadores de la misma forma que para el resto de las series de las muestras a coleccionar (grupos de parámetros que llevan idéntico reactivo como preservante); cerrando los recipientes herméticamente y enviándolos al Laboratorio para el análisis de los parámetros en cuestión, operando con ellos en idéntica forma que con las muestras realmente colectadas del efluente o curso receptor en estudio.

e) Muestras duplicadas (alícuotas) Estas se obtienen dividiendo en dos o más submuestras idénticas la realmente colectada en campo. Esto se debe realizar periódicamente a fin de obtener la magnitud de los errores pro-vocados por contaminación «extra», casuales y/o sistemáticos y cualquier otra variación que puede haber acontecido desde el momento en que se tomó la muestra hasta su arribo al Laboratorio.

f) Muestras duplicadas en el tiempo: Consisten en dos o más muestras tomadas en un mismo lugar en forma secuencial a intervalos específicos durante un periodo determinado. Estas muestras sirven para evaluar la incertidumbre debida a las variaciones temporales de las diversas variables de C.A. en el cuerpo de agua. La cantidad y frecuencia de estas muestras generalmente se determinan mediante un estudio «piloto» previo al Programa de Monitoreo.

g) Muestras duplicadas en el espacio: Consisten en dos o más muestras tomadas simultáneamente en una sección transversal predeterminada del cuerpo de agua en estudio. Se la utiliza para evaluar las variaciones en dicho «corte transversal» respecto a la variación de los parámetros de interés. La cantidad de muestras y la ubicación exacta para su extracción se determinan en un estudio «piloto».

h) Muestras con el agregado de Concentraciones «estándares» conocidas de la variable de interés.

Al menos una vez en cada punto de muestreo se deben preparar muestras de control para cada variable medida. Estas se ejecutan agregando a cuatro alícuotas de una sola muestra tres concentraciones diferentes conocidas, de la variable de interés dentro del rango de concentración que el método analítico utilizado sea capaz de detectar. La información obtenida a través de estas muestras de control se utiliza para detectar cualquier error sistemático o sesgo en la metodología analítica empleada, lo que es muy importante para la interpretación de los datos / resultados obtenidos.

A-3-3) Control de calidad intra Laboratorio.

Además de las previsiones enunciadas para las operaciones de campo las referidas a las determinaciones analíticas y manejo de los resultados obtenidos, permiten garantizar la validez de la información colectada para los Programas en ejecución y llegar a conclusiones confiables. Es recomendable el cumplimiento de los siguientes ítems: Preparar al menos cinco estándares para desarrollar una nueva «curva de Calibración» en concentraciones que cubran el rango de trabajo esperado, o la medición de dos estándares de calibración para verificar la curva de calibración ya existente. Un blanco de «método» por grupo de análisis. Un blanco de «campo» por serie de muestras. Un duplicado para prueba de precisión (al menos una cada 20 muestras de rutina). Una muestra estándar para «recuperación y prueba de calibración» (al menos una cada 20 muestras de rutina). Conviene que el «estándar» sea la última muestra analizada en cada grupo. Una muestra de «adición conocida» para prueba de recuperación en presencia de una muestra de la matriz (al menos una cada 20 muestras de rutina).

Programa de garantía de Calidad Es un proceso sistemático que junto con los Programas de Control de Calidad de Laboratorio y manejo de los datos que de allí provienen garantiza un cierto grado de confianza en la información recolectada, podemos citar las siguientes fases como ítems prioritarios a chequear: a) Todos los equipos, aparatos e instrumentos deben estar limpios y en funcionamiento. b) Se debe llevar un registro de todas las reparaciones efectuadas en instrumentos y aparatos y de cualquier incidente y/o experiencia inusual que pueda influir en los resultados del estudio. c) Las condiciones en el área de trabajo deben tener como fin prioritario promover y conservar un medio ambiente completamente seguro desde el punto de vista ambiental y satisfactorio socialmente para el comportamiento idóneo del personal técnico. d) Es esencial que el personal que efectúa las «tareas de campo» aplique las metodologías estandarizadas y aprobadas. Si se efectúan cambios en estos últimos deben ser documentados y obtener además datos experimentales para asegurar que los resultados sean al menos tan buenos como los anteriores.

Listado de Parámetros a medir

	Muestras líquidas			Tiempo de máximo almacenamiento permisible
	Volumen	Recipiente	Preservativo	
Acidez	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	14 Días
Alcalinidad	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	14 Días
Amonio	400 ml	1 L PAD	pH < 2 H2SO4 Frío 4 ° C	28 Días
DBO (Deman. bioq. de oxíg.)	1 L	2 L PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
DBO Carbonácea (Deman. bioq. de oxíg.)	1 L	2 L PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
Bromuro	100 ml	250 ml PAD	No requiere	28 Días
DQO (Deman. quim. de oxíg.)	50 ml	125 ml PAD	pH < 2 H2SO4 Frío 4 ° C	28 Días
Cloruro	50 ml	125 ml PAD	No requiere	28 Días
Cloro residual total	200 ml	250 ml PAD	No requiere	Analizar inmediatamente
Color	50 ml	125 ml PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
Cianuro total y oxidable por cloro	500 ml	1 L PAD	pH >12 NaOH Frío 4 ° C 6 gm Acid. Ascórbico	14 Días
Fluoruro	300 ml	500 ml PAD	No requiere	28 Días
Dureza	100 ml	250 ml PAD	pH < 2 HNO3 o H2SO4 Frío 4 ° C	6 Meses
pH	25 ml	60 ml PAD	No requiere	Analizar inmediatamente
Nitrógeno Kjeldahl y Orgánico	500 ml	1L PAD	Frío 4 ° C pH < 2 H2SO4	28 Días
Cromo VI 200 ml		500 ml PAD	Frío 4 ° C	24 Horas
Mercurio 100 ml		250 ml PAD	pH < 2 HNO3	28 Días
Metales (excepto cromo y mercurio)	200 ml	500 ml PAD	pH < 2 HNO3	6 Meses
Nitrato	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
Nitritato + Nitrito	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	28 Días
Nitrito	50 ml	125 ml PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
Aceites y grasas	1 L	1 L vidrio	pH < 2 H2SO4 Frío 4 ° C	28 Días
Carbon Orgánico (TOC)	25 ml	40 ml Amb Vial	pH < 2 HCl o H2SO4 Frío 4 ° C C Oscuridad	28 Días
Oxígeno Disuelto (Instrumental -Probe)	300 ml	300 ml DBO Btl	No requiere	Analizar inmediatamente
Oxígeno Disuelto (Winkler)	300 ml	300 ml DBO Btl	Fijar in situ - Oscuro	8 Horas
Hidrocarburos de Petróleo (TRPH)	1 L	1 L vidrio	pH < 2 Hcl Frío 4 ° C	Analizar LMPP
Sustancias Fenólicas	500 ml	1 L Amb B.R.	pH < 2 HCl Frío 4 ° C	28 Días

Propuesta del componente Calidad de Agua

Listado de Parámetros	Volúmen	Muestras líquidas Recipiente	Preservativo	Tiempo almacenamiento máximo permisible
Fósforo hidrolizable	50 ml	125 ml PAD	pH < 2 H ₂ SO ₄ Frío 4 ° C	28 Días
Fósforo de Ortofosfato disuelto	50 ml	125 ml PAD	Filtrado inmediato Frío 4 ° C	48 Horas
Fósforo total	50 ml	125 ml PAD	pH < 2 H ₂ SO ₄ Frío 4 ° C	28 Días
Residuos totales	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	7 Días
Residuos filtrables (TDS)	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	7 Días
Residuos no filtrables (TSS)	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	7 Días
Residuos sedimentables	1 L	2 L A. J.	Frío 4 ° C	48 Horas
Residuos volátiles	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	7 Días
Sílice	50 ml	125 ml PAD	Frío 4 ° C	28 Días
Coductividad específica	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	28 Días
Sulfato	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	28 Días
Sulfuro	500 ml	1 L PAD	pH > 9 NaOH, ZnAc	Frío 4 ° C 7 Días
Sulfito	50 ml	125 ml PAD	No requerido	Analizar inmediatamente
Detergentes (Surfactantes, SAAM)	250 ml	500 ml PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
Temperatura	1 L	2 L PAD	No requerido	Analizar inmediatamente
Turbidez	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	48 Horas
Hidrocarburos halogenados purgables	5 ml	40 ml vidrio vial (Vidrio)	0,008 % Na ₂ S ₂ O ₃ Frío 4 ° C	14 Días
Hidrocarburos aromáticos purgables	5 ml	40 ml vidrio vial	0,25 % Na ₂ S ₂ O ₃ , pH~2-HCl Frío 4 ° C	14 Días
Acroleína y acrilonitrilo	5 ml	40 ml vidrio vial	0,25 % Na ₂ S ₂ O ₃ , pH~4-5 Frío 4 ° C	14 Días
Fenoles	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na ₂ S ₂ O ₃ Frío 4 ° C	7 Días Ext. / 40 días después de Extracción.
Benzidina	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na ₂ S ₂ O ₃ , pH~4.0 Frío 4 ° C Oscurid	7 Días Ext. / 40 días después de Extracción.
Esteres Ftálicos	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na ₂ S ₂ O ₃ Frío 4 ° C	7 Días Ext. / 40 días después de Extracción.
Nitrosaminas	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na ₂ S ₂ O ₃ pH~7-10 - Frío 4 ° C Oscurid	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
PCB's	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na ₂ S ₂ O ₃ Frío 4 ° C	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.

Parámetros Tiempo almacenamiento	Muestras líquidas			
	máximo Volúmen	Recipiente	Preservativo	
Pesticidas clorados	1 L	2 L A. J.	Na2S2O3 , pH 5-9 Frío 4 ° C	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Nitrosaminas e isoforone	1 L	2 L A. J.	Frío 4 ° C	7 Días Ext. / 40 días después de Ext
Hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH)	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na2S2O3 , Frío 4 ° C Oscuridad	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Haloéteres	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na2S2O3 , Frío 4 ° C Oscuridad	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Hidrocarburos clorados	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na2S2O3 , Frío 4 ° C Oscuridad	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Herbicidas clorados	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na2S2O3 , Frío 4 ° C Oscuridad	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Dioxinas y Furanos	1 L	2 L A. J.	0,008 % Na2S2O3 , Frío 4 ° C Oscuridad	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Coliformes fecales y totales	100 ml	125 ml PAD	0,008 % Na2S2O3 Frío 4 ° C Oscuridad	6 Horas
Streptococcus faecalis	100 ml	125 ml PAD	0,008 % Na2S2O3 Frío 4 ° C Oscuridad	6 Horas
Comp. orgánicos volátiles	5 ml	40 ml vidrio vial	0,008 % Na2S2O3 Frío 4 ° C Oscuridad	14 Días
Comp. orgánicos semi-volátiles	1 L	2 L. A.J.	Frío 4 ° C	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
TCLP Extracción de sustancias peligrosas Tóxicas	4 L	4 L. A.J	Frío 4 ° C	14 Días
Sustancias peligrosas corrosivas	2 L	2 L. A.J.	No requiere	Analizar LMPP
Punto Ignición de sustancias peligrosas	100 ml	500 ml B.R.	No requiere	Analizar LMPP

Propuesta del componente Calidad de Agua

Reactividad de sustancias peligrosas / Sulfuros - Cianuros - Sulfitos	250 ml each	500 ml Amb. B.R.	Frío 4 ° C Oscuridad	Analizar LMPP
Asbestos (En Agua de bebida)	2 L	2-1 L Amb B.R.	Frío 4 ° C	48 Horas
N- Metilcarbamatos	100 ml	250 ml Amb. B.R. Frío 4 ° C Oscuridad	pH 4-5 ClHOAc	7 Días Ext. / 40 días después de Ext.
Capacidad intercambiadora de cationes del suelo	-	-	-	Analizar LMPP

Listado de Parámetros	Muestras líquidas			Tiempo almacenamiento máximo permisible
	Volúmen	Recipiente	Preservativo	
Aniones inorgánicos	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	Analizar LMPP
Pesticidas Organofosforados	1 L	2 L A.J.	0,008 % Na2S2O3 pH 5-8 Frío 4 ° C Oscurid	7 Días Ext. / 40 días después de Extracción.
Residuos totales	100 ml	250 ml PAD	Frío 4 ° C	7 Días
Cloro total en productos de petroleo	10 ml	40 ML vial de vidrio	Frío 4 ° C	Analizar LMPP

Referencias : PAD: Botellas de plástico (Polietileno de alta densidad) A.J. : Botellas de vidrio / jarras de color ambar BR : Boca tipo Boston (abiertas) CWM: (botellas blancas de boca ancha) LMPP: Lo más pronto posible

A-4 PRESUPUESTOS

Consultas en Buenos Aires sobre Equipos portátiles de campaña y accesorios que podrían ser necesarios para el mejor accionar de los Laboratorios regionales inspeccionados a fines de Mayo, que participan en el Programa de Monitoreo de Calidad de Agua que se lleva a cabo en la Cuenca del Río Bermejo.

Referencia -1)

Instrumentalia S. A. Equipo Analizador de Calidad de Agua multiparámetro tipo HORIBA, Modelo - U 10, con sensor múltiple sumergible de 10 metros de longitud, para determinación simultánea de pH, Conductividad, Turbidez, Oxígeno Disuelto, temperatura y salinidad. Precio estimado \$5.800.

Turbidímetro Portátil Digital - Marca HATCH - Modelo 2.100 P Precio estimado \$ 1.800 Equipo para la determinación de Oxígeno Disuelto (OD), portátil Marca YSI, Modelo 55D Con sonda sumergible de 12 pies de longitud apta para medir OD y Temperatura en forma simultánea. Precio estimado \$1.100 Equipo Termo / Conductímetro/ Salinómetro portátil Marca YSI, Modelo 30M - SCT 10, provista con electrodos y sonda de 10 pies de longitud - Precio estimado \$1500 Medidor de pH y Temperatura portátil marca YSI Modelo 60- 10 provisto con cable de 10 pies y electrodos combinados con gel de referencia, posee compensación automática de temperatura Precio estimado \$1.200

Referencia -2)

QUITEBAS S.A. Consultas sobre instrumental marca PRECISIÓN de ARNO AMARELL ELECTRONIC- pH- metros simples portátiles de bolsillo - \$ 65 pH - metro de mesa / portátil (con compensación de Temperatura incorporado) \$ 700 Termómetros simples de bolsillo \$ 35

Referencia -3)

Interciencia S.A. Representante de la firma ORION Equipos para determinaciones en campo y en Laboratorio de pH y Iones específicos Los electrodos de ion específico pueden medir tanto cationes como aniones ,iones comunes como los de Sodio, Cloruro, Potasio, gases disueltos como amoníaco, en agua suelen utilizarse los de Bromuro, Ca, Cl, Fluoruro, Nitrato, K, Na, Carbonatos, OD- Los Instrumentos de medición poseen un precio de \$ 900 a \$ 1.800 (portátiles / Laboratorio) y los Electrodos de \$ 800 a \$1300 dependiendo del tipo de parámetro a analizar.

Referencia -4)

JENKS.A. Accesorio para mejorar las posibilidades de medición de la concentración de metales en muestras de agua mediante el Espectrofotómetro de Absorción Atómica SHIMATSU Cámara de vapor frío para la detección de mercurio (Hg) / generación de hidruros Costo estimado : \$10.400

Muestreadores para colecta de agua en cursos superficiales tipo Van Dorn, Kemmerer , Precio estimado : \$500

A-5

ESTADÍSTICA- MONOGRAMAS Y TABLAS UTILIZADAS EN EL DOCUMENTO PRINCIPAL

En el punto 3.6 del documento Principal se trabajó en la estimación de la cantidad de muestras a extraer durante periodos anuales para el Programa de Monitoreo de Calidad de Agua, utilizando la información existente respecto a DBO, colectada durante la «campana» de Noviembre de 1998 y previos. Con ellos se obtuvo un valor promedio $\bar{X}$ de 3,69 considerando 22 datos, un Desvío Estándar de 4,42 y un CV de 1,19 utilizado en el cálculo de N (Número de muestras a coleccionar/ Diseño de Red de C.A.). En dicho análisis se optó por descartar un valor anómalo muy alejado del promedio de los restantes 170 vs $\bar{X} = 3,69$

Siendo la diferencia al más cercano de la serie $170 - 18 = 152$. Con estos elementos se ingresó a un Monograma que se presenta adjunto y que convalida la decisión adoptada. Acorde a los que idearon estos gráficos o Monogramas, estos permiten justificar metodológicamente el problema de descartar o no un dato y si esta operación puede ser avalada estadísticamente. Para la mayoría de los especialistas esta es una buena opción cuando se opera con poca información (menos de 7 datos y en el rango de 12 a 30). El modo de empleo del Monograma es el siguiente:

1) Si se poseen menos de 7 datos y es dudoso el valor hallado del Rango y/o del Desvío Estándar. Las escalas están divididas en una zona hacia la derecha a para ser utilizada cuando no se conoce el Desv. Est / Rango y una hacia la izquierda para cuando se trabaja con más datos como en nuestro caso en particular. Se procede a unir con una recta el Valor del rango de la totalidad de datos con los que estamos operando (7 o menos) desde la Escala de la Derecha hasta el punto que en la Escala de la izquierda refleja el Valor de la diferencia entre el valor «anómalo» y su más próximo vecino. Según como esta recta corte a la Escala Central, referida al número de datos con los que estamos operando se rechaza o acepta el dato «dudoso». Si la línea corta esta escala por debajo del valor que indica la cantidad de datos con que se operó (P. Ej. por debajo de 7 ver N° situados en la Zona derecha de la Escala Central) - El valor anómalo debe ser rechazado (Criterio - Dixon) // Hacia arriba el valor es aceptado.

2) Se poseen mas de 7 datos y se conoce el Rango y el Desvío Estándar de la «población». En este caso la recta debe trazarse utilizando como valor de inicio en la Escala de la derecha al Rango conformado con los 10 valores más próximos al dudoso (ordenar en forma decreciente la totalidad de la serie), siendo el valor a unir en la Escala de la izquierda el Rango de la muestra incluyendo «todos» los valores. Si la línea trazada cruza la Escala Central (referida al número de muestras de la «Población» de datos) cortando por debajo del valor N con el que se opera (N° en Zona izquierda), El dato anómalo debe ser rechazado - Esta es la situación en nuestro caso en particular-

Este libro fue editado durante los meses de abril y mayo del 2000, en la ciudad de Buenos Aires de la República Argentina.
Se utilizaron las familias tipográficas Tarzana™ y Filosofía™ de Emigre Fonts.

diseñoibáñez: Felipe Augusto Ibáñez (dirección de diseño y arte), Valeria Safatle y Luciana Rondolini (compaginación).

fin



Comisión Binacional para el Desarrollo de la
Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija
www.cbbermejo.org.ar

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
www.unep.org

Organización de los Estados Americanos
www.oas.org

Fondo para el Medio Ambiente Mundial
www.gef.org

