



**RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA VMABCCGDF N° 025 /21**  
La Paz, **17 JUN 2021**

**VISTOS Y CONSIDERANDOS**

Que el Artículo 33 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece que las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollarse de manera normal y permanente.

Que el Artículo 342 establece que, es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, así como mantener el equilibrio del medio ambiente.

Que el Parágrafo I del Artículo 374 del Texto Constitucional, dispone que el Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos.

Que el Parágrafo II del Artículo 347 de la Norma Fundamental establece que quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.

Que el numeral 5 parágrafo II del artículo 298 refiere que el régimen de los recursos hídricos y sus servicios son competencias exclusivas del Nivel Central del Estado, son aquellas en las que un Nivel de Gobierno tiene sobre una determinada materia las facultades legislativa, reglamentaria y ejecutiva pudiendo transferir y delegar estas dos últimas.

Que el parágrafo II del artículo 374 del mismo cuerpo legal establece que el Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La Ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos.

Que la Ley N° 071, promulgada en diciembre de 2010, establece que la Madre Tierra como sujeto de derechos tiene Derecho al Agua, siendo este el derecho a la preservación de la funcionalidad de los ciclos del agua, de su existencia en la cantidad y calidad necesarias para el sostenimiento de los sistemas de vida, y su protección frente a la contaminación para la reproducción de la vida de la Madre Tierra y todos sus componentes, siendo un deber del Estado promover el reconocimiento y defensa del citado derecho. Por cuanto, la clasificación de cuerpo de aguas y la misión que se tiene para mejorar la calidad de cuerpos de agua es vital para dar cumplimiento a dicho postulado.

Que el Numeral 5 del Artículo 27 de la Ley N° 300, de 15 de octubre de 2012, Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien, establece como una base y orientación del Vivir Bien, a través del Desarrollo Integral en Agua, el regular, monitorear y fiscalizar los parámetros y niveles de la calidad del agua.

Que el Artículo 1 de la Ley 1333 de 27 de abril de 1992, de Medio Ambiente, tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

*2021 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación*



Que, el Decreto Supremo N° 29894, modificado por el Decreto Supremo N° 0429 establece que el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal ejerce las funciones de Autoridad Ambiental Competente Nacional – AACN, en el marco de las atribuciones establecidas en la legislación ambiental.

Que el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) conforme el Título I, Capítulo II “De las Siglas y Definiciones”, Artículo 3, inciso b) Definiciones, señala lo siguiente: que, la “AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE: El Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, MDSMA, a nivel nacional (...)” Asimismo el Título II, Capítulo I, en su Artículo 9 establece las funciones, atribuciones y competencias en lo que se refiere a la aplicación del RMCH, señalando lo siguiente: “Artículo 9.- Para efectos del presente reglamento, el MDSMA tendrá las siguientes funciones, atribuciones y competencias: “e) Aprobar la clasificación de los cuerpos de agua a partir de su aptitud de uso propuesta por la Instancia Ambiental Dependiente de la Prefectura”.

Que la Resolución Ministerial (RM) N° 0129 de fecha 13 de abril de 2017 emitida por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), aprueba el documento “Guía Metodológica para la Elaboración de la Propuesta de clasificación de Cuerpos de Agua y su Procedimiento de Aprobación”, de la clasificación de cuerpos de agua en el marco del RMCH, establece que: “**PRIMERO:** Aprobar el documento “Guía Metodológica para la Elaboración de la Propuesta de clasificación de Cuerpos de Agua y su Procedimiento de Aprobación”, (...), **SEGUNDO:** Los Viceministerios de Recursos Hídricos y Riego, Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal y la Dirección General de Planificación, quedan encargados de la difusión, ejecución, seguimiento y cumplimiento de la presente Resolución Ministerial, debiendo asumir las medidas necesarias para socializar el documento aprobado entre las Entidades Territoriales Autónomas.

#### **CONSIDERANDO:**

Que en relación a las competencias de la Autoridad Ambiental Competente Nacional, en el marco de la normativa ambiental podemos señalar que por medio del Decreto Supremo N° 24176 de 08 de diciembre de 1995 se aprueba los Reglamentos de la Ley de Medio Ambiente (RGGA, RPCA, RMCH, RASP y RMCA). En ese sentido, cabe señalar que inicialmente los reglamentos ambientales aprobados mediante el citado Decreto Supremo, el “Ministro de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente” era la Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional (o sea Autoridad Ambiental Competente Nacional). Por tanto, las atribuciones y competencias aprobadas en los reglamentos ambientales aprobados mediante D.S. N° 24176 como parte de la legislación ambiental, reconocía al Ministro de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente como Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional.

Que el Decreto Supremo N° 28592 de 17/01/2006 se modifica y complementa el RGGA y el RPCA, reconociendo al que el “**Viceministro de Recursos Naturales y Medio Ambiente es la Autoridad Ambiental Competente Nacional**”, es decir, el Artículo 2 del D.S. N° 28592 modifica el Artículo 5 del RGGA donde se reconocía que el Ministro de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente era la Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional (AACN); en ese sentido, la facultad de ejercer las atribuciones y competencias de la legislación ambiental hoy en día son ejercidas por el/la Viceministro/a de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal.

Que el Decreto Supremo N° 29894, posterior a las normas antes anotadas, señala en su Artículo 98 que el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos ejerce las funciones de Autoridad Ambiental Competente Nacional – AACN, en el marco de las atribuciones establecidas en la legislación ambiental [inciso d)]. Se debe mencionar que el Artículo 6 del Decreto Supremo N° 0429 (norma promulgada en 2010), modifica la estructura de diferentes Ministerios entre ellos el Ministerio de Medio Ambiente y Agua donde se modifica el nombre del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos por el nombre actual de “Viceministerio de Medio Ambiente,

*2011 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación*



Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal". En ese sentido y con las modificaciones antes analizadas, la AACN es la Autoridad que debe aprobar la clasificación de cuerpos de agua para su posterior implementación por los Gobiernos Autónomos Municipales involucrados bajo seguimiento y control de la Autoridad Ambiental Competente Departamental.

Que, el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) de la Ley de Medio Ambiente N° 1333, señala en su Título II del Marco Institucional, que son los Gobiernos Autónomo Municipales quienes deben en el ámbito de sus jurisdicción territorial, proponer al Gobierno Autónomo Departamental la clasificación de sus cuerpos de agua en función a su aptitud de uso, para que esta instancia remita dicha propuesta a la Autoridad Ambiental Competente Nacional, para su correspondiente revisión y aprobación.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), D.S. 24176, del 8 de diciembre de 1995 de la Ley de Medio Ambiente N° 1333, señala en su Título II, del Marco Institucional, que son los Gobiernos Autónomo Municipales quienes deben en el ámbito de sus jurisdicción territorial, proponer al Gobierno Autónomo Departamental la clasificación de sus cuerpos de agua en función a su aptitud de uso, para que esta instancia remita dicha propuesta a la Autoridad Ambiental Competente Nacional, para su correspondiente revisión y aprobación.

Que, el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, en el marco de sus atribuciones y competencias establecidas en el RMCH, referentes a la clasificación de cuerpos de agua, estableció el proceso de contratación para la consultoría por producto denominada "CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE", signado con el CUCE: 19-0907-00-955755-1-1, el cual culminó con la firma del contrato del servicio de consultoría con CITE: CEC SG SJD DAJ 2019 04 DCG, de fecha 27 de septiembre de 2019.

Que, en este marco, en fecha 13 de enero de la presente gestión el Gobierno Autónomo de Santa Cruz remitió la "Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Grande", mediante nota con cite: OF.SDSyMA/DICAM/CONTROL/MHL 012/2021, el mismo que fue remitido a la Gobernación para su ajuste y complementación con base en los resultados de la revisión señalados en el Informe Técnico INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPCHA N°0039/2021.

Que, en fecha 07 de junio de 2021, se elabora el informe conjunto; INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0080/2021, entre el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal y el Viceministerio de Recursos Hídricos, el cual concluye que, la Propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Grande remitida por el GADSC, cumple con los requisitos mínimos establecidos en el artículo 4, del Reglamento en Materia de RMCH y la Resolución Ministerial N° 0129, del 13 de abril de 2017.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, la Cuenca del río Grande, siendo una de las principales zonas estratégicas a nivel nacional, con mayor población y de mayor volumen de producción agropecuaria del país, se constituye en un gran potencial de desarrollo con una problemática de degradación intensiva, debido a procesos de deforestación y ampliación de la frontera agrícola. Bajo este contexto y en el marco de las atribuciones y competencias del Gobernador del Departamento de Santa Cruz establecidas en el artículo N° 10, incisos a), b), c), d) y g) del RMCH, se plantea la elaboración de instrumentos de planificación hídrica, como lo es la Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Grande.

*2021 Año por la Recuperación del Derrocho a la Educación*



Que, según lo establecido en el Plan Director de la Cuenca del río Grande (PDCRG), emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), existen condiciones ambientales, culturales, económicas, sociales diferentes, a la vez enlazadas entre sí, por la condición hidrológica y geomorfológica, como factores condicionantes del desarrollo humano.

Que, el PDCRG, identifica en la cuenca alta y media del río Grande, los siguientes problemas y/o limitantes (1) Uso inadecuado del agua y los recursos naturales, (2) Procesos productivos con bajo rendimiento, que dependen de la disponibilidad, calidad, y acceso oportuno del agua y suelo, (3) Condiciones climáticas desfavorables, mayor ocurrencia de fenómenos extremos, (4) Bajos ingresos económicos de la población y migración, (5) Servicios básicos limitados, (6) Falta de infraestructura productiva y (7) Procesos erosivos y de sedimentación muy marcados.

Que, la cuenca baja del Río Grande, se presentan los siguientes problemas y/o limitantes: (1) Uso inadecuado de los recursos naturales, relacionados principalmente a la deforestación, (2) Inundaciones debido a procesos de sedimentación, deforestación y crecidas extremas, (3) Expansión de la frontera agrícola poco planificada, (4) Servicios básicos limitados y (5) Falta de infraestructura productiva. La combinación de estas problemáticas muestran señales de inestabilidad, deterioro ambiental y de la acción antrópica que mantiene la fragilidad socioeconómica de las familias que habitan éstas zonas, las cuales incrementan su vulnerabilidad ante la variabilidad climática y mayor recurrencia de desastres.

Que, uno de los principales efectos del deterioro de la cuenca alta y media, es la incorporación de nuevas parcelas marginales en ladera, derivando en procesos migratorios a la cuenca baja y zonas urbanas, que aceleran aún más la tasa de deforestación en toda la cuenca y que deriva en la degradación de las tierras.

Que, ante esta situación, es necesario el levantamiento de toda la información necesaria que permita efectuar la clasificación de los cuerpos de agua de la cuenca del río Grande y la ejecución de acciones que conlleven a su mejoramiento y preservación. Además de la regulación de aquellas Actividades, Obras o Proyectos que tienden a afectar los recursos hídricos del país.

Que, la propuesta de clasificación (de acuerdo al documento remitido), ha sido elaborada considerando información relacionada a los aspectos físicos, biofísicos, hidráulicos, climáticos, biológicos, correspondiente al área de la jurisdicción del municipio de Grande, donde se circunscribe el río Grande. Asimismo, se ha considerado los resultados del laboratorio obtenidos en la realización de las campañas de monitoreo, esta información es sustentada con certificados de laboratorios idóneos (documentos adjuntos al trámite) que otorgan confiabilidad a los resultados.

#### **CONSIDERANDO:**

Que, un elemento central que se debe considerar es el Informe INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0080/2021, que recomienda la aprobación de la Clasificación de Cuerpos de Agua, mediante una Resolución Administrativa de la AACN.

Que, que el RMCH y la Resolución Ministerial N° 129 del MMAyA, no señalan cuál es el procedimiento y/o mecanismo para la aprobación de la Clasificación de Cuerpos de Agua por parte de la AACN, se deberá aplicar los procedimientos establecidos en la Ley de Procedimiento Administrativo N° 2341, además de la legislación ambiental que faculta a la AACN para dicho efecto. En ese sentido, la propuesta de la Resolución Administrativa, debe estar enfocada a la aprobación de la **"Propuesta de Clasificación del Cuerpo de Agua de la Cuenca del río Grande"**. No se debe olvidar que la propuesta fue remitida por el GADSC, en cumplimiento de la norma (RMCH); en ese sentido, mediante informe **INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0080/2021**, se realizó la evaluación conjunta entre el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, según establece la

*2021 Año por la Recuperación del Derecho a la Educación*



Resolución Ministerial N° 0129, del 13 de abril de 2017, en cuanto al contenido y cumplimiento de plazos, concluyendo que cumple con los requisitos mínimos establecidos en el Artículo 4 del RMCH y la Resolución Ministerial N° 0129/2017. Se debe considerar que la clasificación propuesta por el GADSC, obedece a la aptitud de uso determinada con base en los resultados y análisis presentados como documentación de respaldos.

Que, los Planes de Acción son sujetos a recomendaciones que deben ser cumplidos por parte de los municipios que se encuentran a ambos lados del río Grande; toda vez que, independientemente de la aprobación por parte de la AACN, la Autoridad puede elevar recomendaciones o condicionamientos necesarios al Plan de Acción en caso de necesidad, que en el presente caso se aplica desde el punto de vista y recomendación técnica, dichas complementaciones deberán ser presentados ante la AACD de Santa Cruz, por cuanto la referida autoridad debería hacer el seguimiento de las mismas. En conclusión la R.A. de la AACN, debería aprobar la citada clasificación de cuerpos de agua y establecer la presentación por parte de los municipios de Charagua, Cabezas, La Guardia, Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Pailón, Cuatro Cañadas, Okinawa Uno, San Julián, Fernández Alonso, San Pedro, Santa Rosa y Yapacani de Informes anuales de seguimiento y control a los Planes de Acción.

Que, con base en el análisis técnico de la propuesta y las conclusiones que se establecen en el Informe INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0080/2020, expuestos en el punto anterior, para la Resolución Administrativa a emitirse por la Autoridad Ambiental Competente Nacional, se debe considerar lo referido en el informe mencionado.

Que, una vez realizada la aprobación de la propuesta de Clasificación de los Cuerpos de Agua la Autoridad Ambiental Competente Departamental – AACD, deberá iniciar la Adecuación Ambiental de las AOP's de la cuenca del río Grande, para que sus vertidos se enmarquen en los nuevos límites permisibles en coherencia a su clasificación.

Que, conforme a las conclusiones y recomendaciones establecidas en el Informe Técnico Legal INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/N° 0702/2021, de 9 de junio de 2021, establece lo siguiente:

- ✓ El Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal – VMABCCGDF, como Autoridad Ambiental Competente Nacional, es la Autoridad que debe aprobar la “Propuesta de Clasificación del Cuerpo de Agua de la Cuenca del río Grande”.
- ✓ En base al análisis de la propuesta, la documentación presentada, las conclusiones expuestas en el informe INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0080/2021 y el presente informe, se recomienda aprobar la “Propuesta de Clasificación de Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Grande, remitida por el GADSC, mediante una Resolución Administrativa emitida por la Autoridad Ambiental Competente Nacional.
- ✓ En el marco de la Resolución Ministerial N° 0129/2017, que aprueba la Guía Técnica de Aprobación de Cuerpos De Agua, los planes de acción pueden ser aprobados con recomendaciones, ello en amparo del inciso 5) del numeral 6, de la citada Metodología.
- ✓ Considerando que el RMCH y la Resolución Ministerial N° 129/2017, emitida por el MMAyA, no establecen de manera expresa, cuál es el procedimiento y/o mecanismo para la aprobación de la clasificación de cuerpos de agua por parte de la AACN, se tiene a bien aplicar los procedimientos establecidos en la Ley de Procedimiento Administrativo N° 2341, además de la legislación ambiental que faculta a la AACN, emitir Resoluciones Administrativas para dicho efecto.
- ✓ La propuesta de la Resolución Administrativa, debe estar enfocada a la aprobación de la Propuesta de Clasificación del Cuerpo de Agua del río Grande, la cual tiene



como base el Informe INF/MMAYA/VRHR/DGCRH/UPHCA N° 0080/2020 y el presente Informe Técnico Legal.

- ✓ El VRHR y el VMABCCGDF, realizaron la evaluación conjunta según establece la Resolución Ministerial N° 0129, de fecha 13 de abril de 2017, en cuanto al contenido y cumplimiento de plazos.
- ✓ La propuesta presentada por el GADSC (a consideración técnica), cumple con los requisitos mínimos establecidos en el Artículo 4, del RMCH y la Resolución Ministerial 0129/2017, en ese entendido y por las recomendaciones técnicas antes indicadas (criterio y análisis técnico), se recomienda emitir una Resolución Administrativa (R.A.), para la aprobación de la Clasificación de los Cuerpos de Agua de la Cuenca del río Grande del departamento de Santa Cruz, considerando las recomendaciones descritas en el punto 4, del presente informe.
- ✓ Para la emisión de la R.A. se debe considerar la Ley N° 2341, de Procedimiento Administrativo; para dicho efecto, tomando en cuenta que la aprobación viene a ser un acto administrativo, debiendo cumplir con el principio de publicidad para los efectos que sean necesarios

Que, se recomienda al Viceministro de Medio Ambiente, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal la emisión de la Resolución Administrativa aprobando la **Clasificación del Cuerpo de Agua del río Grande** del departamento de Santa Cruz.

**POR TANTO:**

El Señor Viceministro de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, en ejercicio de sus funciones y competencias otorgadas por la Ley N° 1333 de fecha 27/04/92 - Ley de Medio Ambiente, sus Reglamentos conexos y el Decreto Supremo N° 29894 de 07/02/09.

**RESUELVE:**

**PRIMERO: APROBAR** la **Clasificación de Cuerpos de Agua del Río Grande** del Departamento de Santa Cruz y principales afluentes considerando que la propuesta presentada por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz cumple con los requisitos mínimos establecidos en el Artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y la Resolución Ministerial 0129/2017 del MMayA, de acuerdo al siguiente detalle:

**Cuadro 1. Clasificación del Cuerpo de Agua de la Cuenca del río Grande**

Desde el inicio del cauce del río Grande hasta su finalización en la cuenca baja, en todo este tramo, se asigna la clasificación del cuadro 1, a continuación:

Cuenca	Longitud del tramo		Nombre	Clase asignada
	Inicio	Final		
CA.RG.01	X: 444024 Y: 7907199 Zona 20 k	X: 405269 Y: 8216556 Zona 20 k	Río Grande	Clase C

Con relación a los cuerpos de agua secundarios (tributarios), se establece los siguientes tramos para su correspondiente categorización:

Cuenca	Longitud del tramo		Nombre	Clase asignada
	Inicio	Final		
CA.RP.01	X:478112 Y:801840 Zona 20 k	X:519634 Y:8018895 Zona 20 k	Río Pantano	Clase D
CA.QS.01	487446 8025980 Zona 20 k	494470 8014482 Zona 20 k	Quebrada sin nombre	Clase D



**SEGUNDO: I.** En el marco del seguimiento y control de los planes de acción, los Gobiernos Autónomos Municipales de Charagua, Cabezas, La Guardia, Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Pailón, Cuatro Cañadas, Okinawa Uno, San Julián, Fernández Alonso, San Pedro, Santa Rosa y Yapacani deberán presentar lo siguiente:


- a) Deberán complementar sus Planes de Acción con la incorporación de una tabla y/o cuadro que describa entre otros puntos, las actividades específicas, indicadores verificables, cronograma que exprese el orden cronológico del Plan, así como los resultados esperados, en un plazo de treinta (30) días hábiles partir del día siguiente de su legal notificación con la presente Resolución.
- b) Presentar informes de monitoreos anuales del Cuerpo de Agua de la Cuenca del río Grande en época de estiaje y época de lluvia, conforme los puntos y tramos aprobados en la presente clasificación, a fin de verificar la calidad del cuerpo de agua.
- c) Asimismo, deberán presentar anualmente informes técnicos de seguimiento sobre el cumplimiento del Plan de Acción aprobado.
- d) Deberán identificar si corresponde, las brechas de cumplimiento y proponer proyectos, actividades y tareas orientados a la prevención, mitigación y/o recuperación de los cuerpos de agua principales y afluentes.
- e) Deberán adjuntar todos los respaldos de verificación (informes técnicos, pliegos de licitación, notas de adjudicación, reportes de seguimiento y/o monitoreo, entre otros), que permitan el seguimiento de las acciones realizadas para determinar el cumplimiento del Plan de Acción.

**II.** Los plazos de presentación de los citados informes y los respectivos respaldos descritos en los incisos b) c) d) y e) no deberán exceder los treinta (30) días hábiles de cumplida la gestión correspondiente, debiendo ser presentados ante el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

**TERCERO:** En el marco de la normativa ambiental vigente, la Autoridad Ambiental Competente Departamental – AACD de Santa Cruz deberá solicitar iniciar la Adecuación Ambiental de las Actividades Obras o Proyectos – AOPs, circundantes a la Cuenca del Río Grande, para que sus vertidos se enmarquen en los nuevos límites permisibles en coherencia a su clasificación.

**CUARTO:** La Autoridad Ambiental Competente Departamental (AACD) del Departamento de Potosí y la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos del Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, en calidad de brazo técnico – operativo de la Autoridad Ambiental Competente Nacional, en el marco de la legislación vigente, deben velar por el cumplimiento de la precitada Resolución Administrativa.

**Regístrese, Comuníquese y Archívese.**

  
M.Sc. Ing. Megan Herrera López  
VICEMINISTRO DE MEDIO AMBIENTE  
BIODIVERSIDAD CAMBIOS CLIMATICOS Y  
DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL  
MMaA - VMA

GEST

FSS-7+3 Empostados

23-6-21

HR-11574

# GOBIERNO AUTÓNOMO DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ

SECRETARIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
DIRECCIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL

**CONSULTORÍA:  
CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO  
GRANDE” (PROG. SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL)**



**PRODUCTO No 4: PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL RÍO  
GRANDE Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES**

Trabajo realizado por:



**CAVE SRL**

Consultora América Verde

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA**

**Octubre de 2020**

**GOBIERNO AUTÓNOMO  
DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ**

**SECRETARIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE  
DIRECCIÓN DE CALIDAD AMBIENTAL**

**CONSULTORÍA:  
CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO  
GRANDE” (PROG. SEGUIMIENTO Y CONTROL AMBIENTAL)**



**PRODUCTO No 4: PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL RÍO  
GRANDE Y SUS PRINCIPALES AFLUENTES**

**Trabajo realizado por:**



**CAVE SRL**

**Consultora América Verde**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLIVIA**

**Octubre de 2020**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1	JUSTIFICACIÓN .....	3
2.2	OBJETIVOS .....	4
<b>3.</b>	<b>PROCEDIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
3.1	DELIMITACIÓN DE LA CUENCA DE ESTUDIO .....	5
3.2	DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA Y PARÁMETROS DE ANÁLISIS.....	9
3.3	PARÁMETROS DE ANÁLISIS.....	19
3.4	DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL CUERPO DE AGUA .....	21
3.5	EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES BIOLÓGICAS .....	26
3.6	DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO.....	38
3.7	DIAGNOSTICO SOCIOECONÓMICO .....	38
<b>4.</b>	<b>ESTADO ACTUAL DEL CUERPO DE AGUA .....</b>	<b>38</b>
4.1	DOCUMENTACIÓN DEL USO ACTUAL .....	38
4.2	INVESTIGACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTAMINACIÓN NATURAL Y ACTUAL POR AGUA RESIDUAL CRUDAS O TRATADAS .....	43
4.3	ESTUDIO DE LAS FUENTES CONTAMINANTES ACTUALES Y SU EVOLUCIÓN EN EL FUTURO.....	44
4.3.1	<i>Deforestación.....</i>	44
4.3.2	<i>Extracción de áridos .....</i>	53
4.3.3	<i>Operación de botaderos municipales.....</i>	53
4.4	ANÁLISIS DEL AGUA DEL CURSO RECEPTOR O SER CLASIFICADOS .....	56
4.4.1	<i>Periodo estación de lluvia.....</i>	57
4.4.2	<i>Periodo estación de estiaje .....</i>	64
4.5	CONDICIONES BIOLÓGICAS .....	69
4.5.1	<i>Línea base limológica .....</i>	69
4.5.2	<i>Línea base ictiológica .....</i>	81
<b>5.</b>	<b>PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN .....</b>	<b>82</b>
5.1	ASIGNACIÓN DE NOMENCLATURA Y/O CODIFICACIÓN .....	82
5.2	DELIMITACIÓN DE LOS TRAMOS Y ASIGNACIÓN DE CLASE .....	82
<b>6.</b>	<b>PLAN DE ACCIÓN BASADO EN LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA</b> <b>85</b>	
<b>7.</b>	<b>INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PLAN DE ACCIÓN..</b>	<b>94</b>
<b>8.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>99</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>100</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Bolivia en 1992 promulgó la Ley del Medio Ambiente Nro. 1333. En un espacio de 5 años, en 1995 se promulgan los reglamentos ambientales de dicha Ley y con posterioridad los reglamentos sectoriales para hidrocarburos, minería e industrial, que junto a otras disposiciones legales conforman la normativa ambiental vigente en el país.

Uno de los reglamentos ambientales mencionados, es el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (D.S. 24176 del 8 de diciembre de 1995) que tiene como objeto el saneamiento, prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del Desarrollo Sostenible. Este reglamento establece en su Capítulo III, Arts. 4º al 7º y Cuadro 1 Anexo A, la clasificación de cuerpos de agua, basada en su **aptitud** de uso y **calidad hídrica**. La mencionada clasificación de los cuerpos de agua deberá ser aprobada por Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA), correspondiéndole su elaboración y proposición al Gobernador del Departamento de Santa Cruz (art. 4 y 10 RMCH).

La Autoridad Ambiental Competente Nacional mediante la Resolución Administrativa VMABCCGDF N° 032/18, aprobó a clasificación del río Pirai y principales afluentes, ya que la misma cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, y la Resolución Ministerial 129/2017, del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas; la cual se transcribe su parte resolutive en su totalidad: “PRIMERO: APROBAR la Clasificación del cuerpo de agua del Río Pirai del Departamento de Santa Cruz y principales afluentes considerando que la propuesta presentada por la AACD de Santa Cruz cumple con los requisitos mínimos establecidos en el Artículo 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) y la Resolución Ministerial 0129/2017 del MMAyA.

El Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, continuando el cumplimiento a sus funciones y atribuciones establecidas en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, referentes a la clasificación de cuerpos de agua, estableció el proceso de contratación para la consultoría por producto denominada “**CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE**”, signado con el CUCE: 19-0907-00-955755-1-1, el cual culminó con la firma del contrato del servicio de consultoría con CITE: CEC SG SJD DAJ 2019 04 DCG de fecha **27 de septiembre de 2019**.

## 2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

### 2.1 Justificación

La Cuenca del río Grande siendo una de las principales zonas estratégicas a nivel nacional, con mayor población y de mayor volumen de producción agropecuaria del país, se combina un gran potencial de desarrollo con una problemática de degradación muy acentuada, debido a procesos de deforestación y ampliación de la frontera agrícola. Bajo este contexto, y en el marco de las atribuciones y competencias del Gobernador establecidas en el artículo N° 10, incisos a), b), c), d) y g) del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) es importante la generación de instrumentos de planificación hídrica, como lo es la Caracterización de la Cuenca, una vez obtenidos los insumos suficientes de información que permitan coadyuvar a una mejor disponibilidad de este recurso a generaciones futuras, integrando esfuerzos para garantizar un desarrollo sustentable.

Según lo establecido en el Plan Director de la Cuenca del río Grande (PDCRG) emitido por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), existen condiciones ambientales, culturales, económicas, sociales diferentes, a la vez enlazadas entre sí, por la condición hidrológica y geomorfológica, como factores condicionantes del desarrollo humano.

Por otra parte el PDCRG identifica en la cuenca Alta y Media del río Grande, los siguientes problemas y/o limitantes (1) Uso inadecuado del agua y los recursos naturales, (2) Procesos productivos con bajo rendimiento, que dependen de la disponibilidad, calidad, y acceso oportuno del agua y suelo, (3) Condiciones climáticas desfavorables, mayor ocurrencia de fenómenos extremos, (4) Bajos ingresos económicos de la población y migración, (5) Servicios básicos limitados, (6) Falta de infraestructura productiva, (7) Procesos erosivos y de sedimentación muy marcados.

Asimismo, en la cuenca Baja del Río Grande, se presentan los siguientes problemas y/o limitantes: (1) Uso inadecuado de los recursos naturales, relacionados principalmente a la deforestación, (2) Inundaciones debido a procesos de sedimentación, deforestación y crecidas extremas, (3) Expansión de la frontera agrícola poco planificada, (4) Servicios básicos limitados, (5) Falta de infraestructura productiva. La combinación de estas problemáticas muestra señales de inestabilidad, deterioro ambiental y de la acción antrópica que mantiene la fragilidad socioeconómica de las familias que habitan estas zonas, las cuales incrementan su vulnerabilidad ante la variabilidad climática y mayor recurrencia de desastres.

Uno de los principales efectos del deterioro de la cuenca Alta y Media, es la incorporación de nuevas parcelas marginales en ladera, derivando en procesos migratorios a la cuenca baja y zonas urbanas, que acelera aún más la tasa de deforestación en toda la cuenca y que deriva en la degradación de las tierras.

Ante esta situación, es necesaria el levantamiento de toda la información necesaria que permita efectuar la clasificación (A, B, C, D) del cuerpo de agua y la ejecución de acciones que conlleven a su mejoramiento y preservación. Además de la regulación de aquellas Actividades Obra o Proyectos que tienden a afectar nuestros recursos hídricos.

## 2.2 Objetivos

El objetivo principal es clasificar el río Grande y sus principales afluentes con base a los lineamientos técnicos y legales establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica y en cumplimiento estricto de los condicionamientos técnicos establecidos en los términos de referencia. Con el fin de lograr el objetivo principal del presente documento se realizaron los siguientes objetivos específicos:

- Delimitar el área de estudio: cuenca alta, media y baja del río Grande, e identificar los principales afluentes y límites naturales.
- Identificar los usos actuales del río Grande y sus afluentes, mediante documentación verificable como fotografías descriptivas e informes técnicos, documentación presentada por los Gobiernos Municipales.
- Determinar la calidad hídrica del río Grande y sus afluentes, con base a ensayos físicos químicos y microbiológicos, para la determinación de las concentraciones existentes de los parámetros básicos del artículo N° 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), aplicados en muestras de aguas, tomadas en puntos estratégicos identificados.
- Determinar las condiciones de contaminación natural y actual, por la descarga puntual de aguas residuales crudas o tratadas y otras fuentes de descarga indirecta.
- Determinar las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas, con base en documentación o reportes de las actividades, obras o proyectos (AOPs) asentadas en el área de influencia del río Grande y principales afluentes, en cada Gobierno Municipal involucrado en el proceso de clasificación.
- Proponer una estrategia y/o un Plan de acción de saneamiento, conservación y prevención de la calidad hídrica del río Grande, en el marco de la clasificación asignada al cuerpo de agua.
- Establecer indicadores de seguimiento y monitoreo de cumplimiento al Plan de acción.

## 3. PROCEDIMIENTO

El procedimiento realizado para obtener como resultado la propuesta de clasificación del río Grande, se estableció en función al contenido de información del **Producto 02 - Informe de caracterización de la cuenca - época de lluvia**, y el **Producto 03 - Diagnósticos y**

**caracterización de la cuenca del río grande.** El procedimiento realizado para la obtención del presente documento fue el siguiente:

### 3.1 Delimitación de la cuenca de estudio

Se procedió a realizar la delimitación de la **SUBCUENCA DEL RÍO GRANDE SANTA CRUZ (área de estudio)** en tres sectores, (alta, media y baja), estableciendo los límites naturales y municipales, e identificando afluentes principales primarios y secundarios. La delimitación se realizó en función de altitudes (cotas máximas y mínimas) existentes en el área correspondiente a la **SUBCUENCA DEL RÍO GRANDE SANTA CRUZ**.

- **Cuenca Alta:** Corresponde al área más elevada, la parte más montañosa, es donde nace la Cuenca. En proporción a las alturas que van desde los 2.133 msnm hasta los 356 msnm aproximadamente y que corresponde a una superficie de 836.199 hectáreas (33,39 %). Los municipios más importantes son: Charagua, Cabezas, La Guarida (no presenta colindancia con el cauce del río Grande), Santa Cruz de la Sierra, y Cotoca.

**Tabla 1**  
**Municipios involucrados en el Cuenca Alta**

CUENCA ALTA RIO GRANDE SANTA CRUZ					
Id	Subcuenca	Superficie (ha)	Porcentaje %	Provincia	Municipio
1	Subcuenca Alta	45188,80	5,40	Andres Ibañez	Santa Cruz de la Sierra
2	Subcuenca Alta	1049,46	0,13	Florida	Samaipata
3	Subcuenca Alta	12710,40	1,52	Andres Ibañez	Cotoca
4	Subcuenca Alta	5597,99	0,67	Andres Ibañez	La Guardia
5	Subcuenca Alta	84360,06	10,09	Andres Ibañez	La Guardia
6	Subcuenca Alta	387770,13	46,37	Cordillera	Cabezas
7	Subcuenca Alta	289303,22	34,60	Cordillera	Charagua
8	Subcuenca Alta	156,18	0,02	Valle Grande	Postrer Valle
9	Subcuenca Alta	9938,15	1,19	Cordillera	Gutiérrez
10	Subcuenca Alta	53,06	0,01	Andres Ibañez	Santa Cruz de la Sierra
11	Subcuenca Alta	0,77	0,00	Andres Ibañez	Cotoca
12	Subcuenca Alta	8,90	0,00	Andres Ibañez	La Guardia
13	Subcuenca Alta	57,89	0,01	Cordillera	Cabezas
14	Subcuenca Alta	4,29	0,00	Cordillera	Charagua
Total		836.199,30	100,00		

**Fuente:** Elaboración propia

- Cuenca Media:** Comprende la zona donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas. Esta porción de cuenca comprende altitudes que van desde 356 msnm hasta 235 msnm abarcando una superficie aproximada de 749.697 hectáreas (29, 94%). Contemplan los municipios con su mayor superficie de aporte: Cabezas, Charagua, Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Pailón, Cuatro Cañadas, Okinawa Uno, San Julián San Julián y Fernández Alonso.

**Tabla 2**  
**Municipios involucrados en la Cuenca Media**

<b>CUENCA MEDIA RIO GRANDE SANTA CRUZ</b>					
<b>Id</b>	<b>Subcuenca</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>
1	Subcuenca Media	0,89	0,00	Guarayos	El Puente
2	Subcuenca Media	0,09	0,00	Obispo S.	San Pedro
3	Subcuenca Media	205529,25	27,41	Ñuflo De Chávez	San Julián
4	Subcuenca Media	9854,14	1,31	Obispo S.	Fernández Alonso
5	Subcuenca Media	1237,68	0,17	Obispo S.	Mineros
6	Subcuenca Media	2385,88	0,32	Obispo S.	General Saavedra
7	Subcuenca Media	1131,77	0,15	Warnes	Okinawa Uno
8	Subcuenca Media	98064,76	13,08	Ñuflo De Chavez	Cuatro Canadas
9	Subcuenca Media	56663,12	7,56	Warnes	Okinawa Uno
10	Subcuenca Media	172911,99	23,06	Chiquitos	Pailón
11	Subcuenca Media	61758,06	8,24	Andrés Ibáñez	Santa Cruz de la Sierra
12	Subcuenca Media	48578,45	6,48	Andrés Ibáñez	Cotoca
13	Subcuenca Media	447,75	0,06	Andrés Ibáñez	La Guardia
14	Subcuenca Media	40933,99	5,46	Cordillera	Cabezas
15	Subcuenca Media	42464,80	5,66	Cordillera	Charagua
16	Subcuenca Media	221,81	0,03	Obispo S.	San Pedro
17	Subcuenca Media	6674,77	0,89	Ñuflo de Chávez	San Julián
18	Subcuenca Media	712,92	0,10	Obispo S.	Fernández Alonso
19	Subcuenca Media	53,06	0,01	Andrés Ibáñez	Santa Cruz de la Sierra
20	Subcuenca Media	0,77	0,00	Andrés Ibáñez	Cotoca
21	Subcuenca Media	8,90	0,00	Andrés Ibáñez	La Guardia
22	Subcuenca Media	57,89	0,01	Cordillera	Cabezas
23	Subcuenca Media	4,29	0,00	Cordillera	Charagua
<b>Total</b>		<b>749.697,04</b>	<b>100,00</b>		

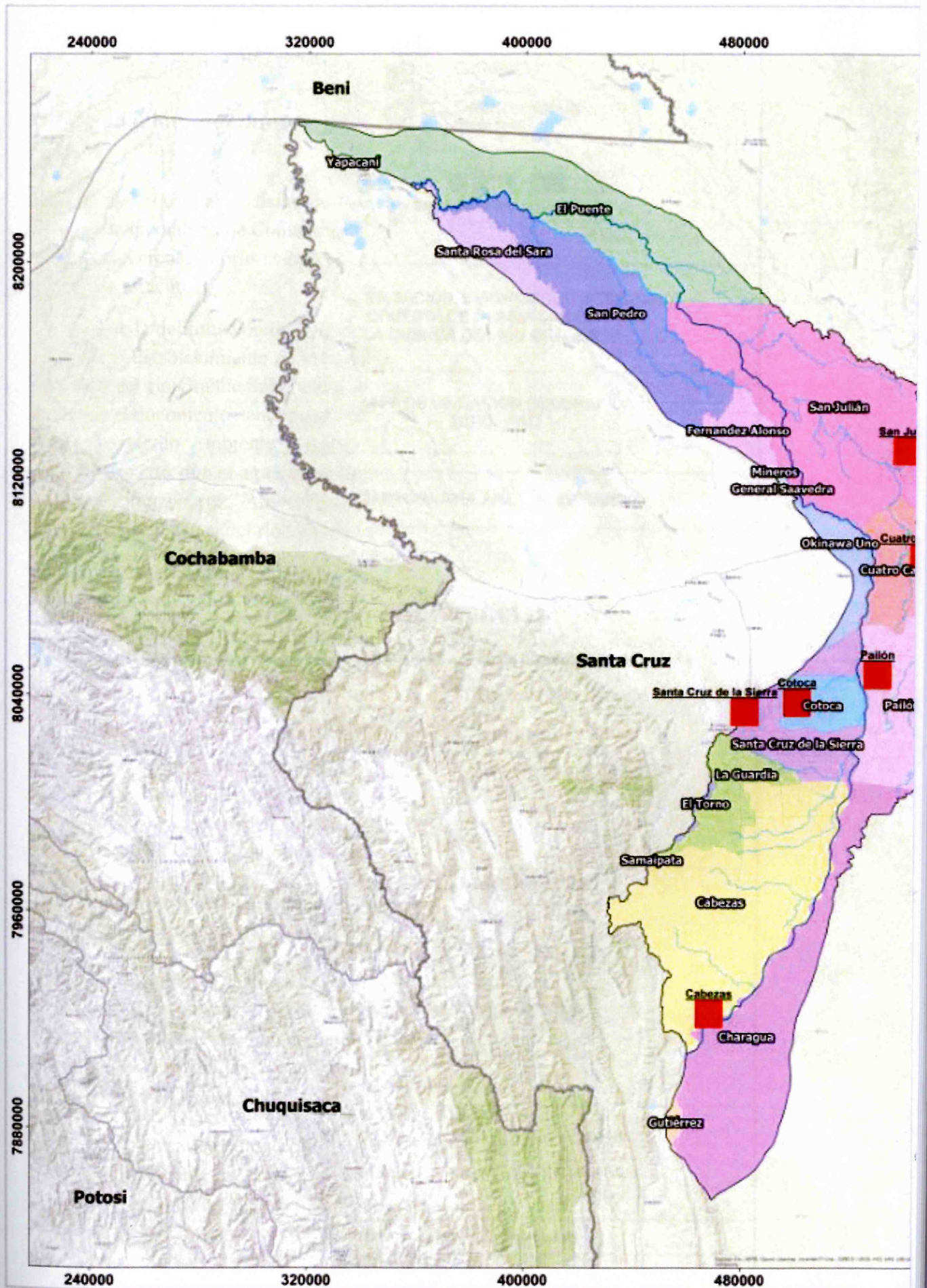
**Fuente:** Elaboración propia

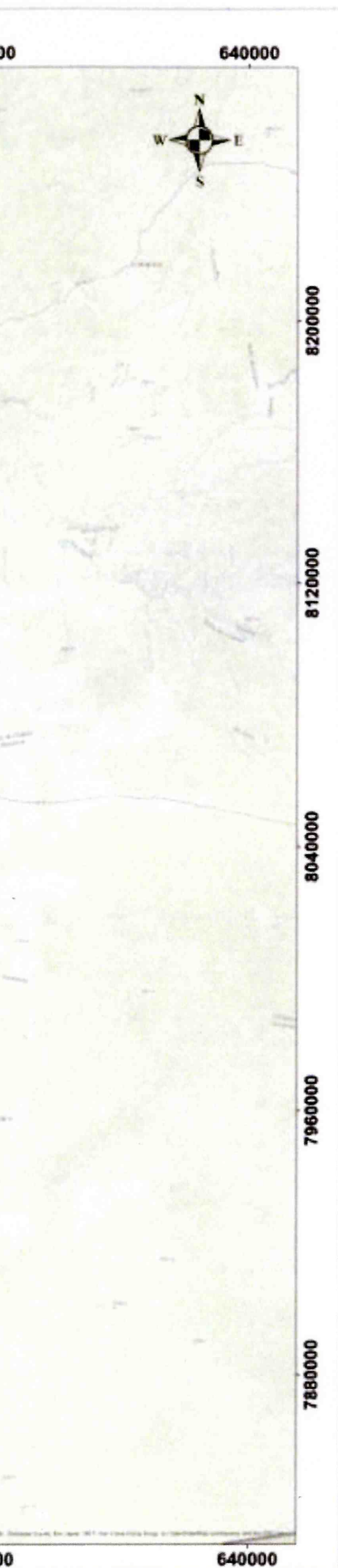
- **Cuenca Baja:** Corresponde al área más baja de la cuenca que es la parte final de la misma. Abarca la porción que va desde aproximadamente los 235 msnm hasta los 154 msnm, la superficie equivale a 918.166 hectáreas (36,67%). Comprende los municipios de: El Puente, San Pedro, San Julián, Santa Rosa del Sara, Fernández Alonzo, y cierta parte de Yapacani.

**Tabla 3**  
**Municipios involucrados en la Cuenca Baja**

<b>CUENCA BAJA RIO GRANDE SANTA CRUZ</b>					
<b>Id</b>	<b>Subcuenca</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Provincia</b>	<b>Municipio</b>
1	Subcuenca Baja	894,81	0,10	Ichilo	Yapacaní
2	Subcuenca Baja	345548,88	37,64	Guarayos	El Puente
3	Subcuenca Baja	68070,17	7,41	Sara	Santa Rosa del Sara
4	Subcuenca Baja	246660,87	26,87	Obispo Santisteban	San Pedro
5	Subcuenca Baja	213445,90	23,25	Ñuflo De Chavez	San Julián
6	Subcuenca Baja	35791,92	3,90	Obispo Santisteban	Fernández Alonzo
7	Subcuenca Baja	2,98	0,00	Obispo Santisteban	Mineros
8	Subcuenca Baja	221,81	0,02	Obispo Santisteban	San Pedro
9	Subcuenca Baja	6674,77	0,73	Ñuflo De Chavez	San Julián
10	Subcuenca Baja	712,92	0,08	Obispo Santisteban	Fernández Alonzo
<b>Total</b>		<b>918.025,03</b>	<b>100,00</b>		

**Fuente:** Elaboración propia





Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz










**CAVE SRL**  
Desarrollamos América Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE UBICACION GEOGRAFICA MUNICIPAL**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencias**

-  Capital Municipal
-  Rios Secundarios
-  Vias de Acceso
-  Cuenca Rio Grande Santa Cruz
-  Rio Principal
-  Limite Santa Cruz
-  Limites Departamental

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia  
 \* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)  
 \* Capitales Municipales  
 Vias de Acceso  
 \* Open Street Maps  
 Imagen Satelital  
 \* Esri: World Topographic Map  
 Delimitación de Cuenca  
 \*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Ericka Viviana Plata Salina

Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman

Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz

Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montaña Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:600 000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCIÓN: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR



Página N° 2

### 3.2 Determinación de puntos de muestreo de agua y parámetros de análisis

Se procedió a realizar el análisis físico-químico de los parámetros establecidos en el Artículo 6 del Reglamento en materia de Contaminación Hídrica, mediante las muestras de aguas, las cuales fueron seleccionadas priorizando la representatividad en el cuerpo de agua evaluado y sus principales afluentes.

Considerando que la delimitación de la cuenca de estudio es una variable muy importante a considerar para el establecimiento de los puntos de toma de muestras de agua, para el caso de la subcuenca del río Grande Santa Cruz, se cuenta con dos estudios de delimitación; por un lado está con el documento denominado **“Atlas – Cuenca del río Grande”** elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, y por otro lado se cuenta con el documento denominado **“Acuerdo por el agua en el departamento de Santa Cruz”** elaborado por la Gobernación de Santa Cruz. Ambos documentos presentan entre sí variaciones en la delimitación de la subcuenca del río Grande Santa Cruz.

Sin embargo, los criterios adoptados en el documento denominado **“Acuerdo por el agua en el departamento de Santa Cruz”**, para la delimitación de la subcuenca del río Grande Santa Cruz son más acertados técnicamente.

Con el fin de tomar en cuenta ambos estudios, en esta primera fase correspondiente a la toma de muestras de agua en época de lluvia, se consideró la delimitación de la subcuenca del río Grande Santa Cruz establecida en el documento denominado **“Atlas – Cuenca del río Grande”** elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Para la segunda fase correspondiente a la toma de muestras de agua en época de estiaje, se consideró la delimitación de la subcuenca del río Grande Santa Cruz establecida en el documento denominado **“Acuerdo por el agua en el departamento de Santa Cruz”**.

En función a todos los aspectos señalados se presentan en el siguiente cuadro la cantidad de muestras de agua, coordenadas de ubicación, municipios y cuerpos de agua:

La codificación de los puntos de muestreo se realizó tomando los siguientes criterios: cuando la muestra corresponda al cauce principal del río grande se adoptará las siglas CP y la numeración será ascendente en función de la disminución de la cota, es decir para el punto más elevado del cauce principal su codificación será CP – 01, para el punto a continuación cota más bajo será CP-02, y así sucesivamente.

Cuando la muestra se realice en un afluente del río principal se adoptará las siglas CS y la numeración será ascendente en función de la disminución de la cota, es decir para el punto más elevado del cauce principal su codificación será CS – 01, para el punto a continuación cota más bajo será CS-02, y así sucesivamente.

Asimismo, para poder realizar un mayor análisis comparativo se realizó la toma de muestras testigo antes del ingreso del efluente a la cuenca alta, a la misma que se le asignó la codificación será MT – 01 y se presenta de manera correlativa.

**Tabla 4**  
**Codificación de puntos de muestreos estación lluviosa**

No.	Cod.	Cauce principal o afluente	Municipio	Punto de muestreo
1	MT-1	Cuenca principal	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas
2	MT-2	Afluente	Vallegrande	Cerca de propiedades agropecuarias
3	MT-3	Cuenca principal	Moro Moro	Próximo a propiedades agrícolas
4	MT-4	Cuenca principal	Moro Moro	Próximo a propiedades agrícolas
5	MT-5	Cuenca principal	Saipina	Próximo a propiedades agrícolas
6	MT-6	Afluente	Vallegrande	Cerca de propiedades agropecuarias
7	MT-7	Cuenca principal	Comarapa	Cerca de propiedades agropecuarias
8	CP-1	Cuenca principal	Gutiérrez	Próxima a propiedad ganadera
9	CP-2	Cuenca principal	Cabezas	Zona río seco próximo a propiedades ganadera
10	CP-3	Cuenca principal	Saipina	Próximo a propiedades agrícolas
11	CP-4	Cuenca principal	Cabezas	Cerca de propiedades agropecuarias
12	CP-5	Cuenca principal	Cabezas	Cerca de propiedades agropecuarias
13	CP-6	Cuenca principal	La Guardia	Cerca de propiedades agrícolas
14	CP-7	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Zona Paurito - próximo a propiedades agrícolas
15	CP-8	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Próximo a propiedades agrícolas
16	CP-9	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Zona Paurito - próximo a colonia menonita
17	CP-10	Cuenca principal	Cotoca	Puente de Puerto Pailas
18	CP-11	Cuenca principal	Pailon	Próximo a propiedades agrícolas

No.	Cod.	Cauce principal o afluente	Municipio	Punto de muestreo
19	CP-12	Cuenca principal	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)
20	CP-13	Cuenca principal	Cotoca	Puente de Puerto Pailas
21	CP-14	Cuenca principal	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)
22	CP-15	Cuenca principal	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)
23	CP-16	Cuenca principal	Cotoca	Puente de Puerto Pailas
24	CP-17	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Zona Montero Hoyos - próximo a propiedades agrícolas
25	CP-18	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
26	CP-19	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
27	CP-20	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
28	CP-21	Cuenca principal	Okinawa Uno	Zona puente Banegas
29	CP-22	Cuenca principal	Cuatro Cañadas	Próximo a propiedades agrícolas
30	CP-23	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
31	CP-24	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
32	CP-25	Cuenca principal	Cabezas	Zona puente
33	CP-26	Cuenca principal	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas
34	CP-27	Cuenca principal	General Saavedra	Próximo a propiedad agrícola
35	CP-28	Cuenca principal	General Saavedra	Próximo a propiedad agrícola
36	CP-29	Cuenca principal	Míneros	Próximo a propiedad agrícola
37	CP-30	Cuenca principal	Santa Rosa del Sara	Próximo a propiedades agrícolas
38	CP-31	Cuenca principal	Míneros	Próximo a propiedad agrícola
39	CP-32	Cuenca principal	Míneros	Próximo a propiedades agrícolas

No.	Cod.	Cauce principal o afluente	Municipio	Punto de muestreo
40	CP-33	Cuenca principal	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas
41	CP-34	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
42	CP-35	Cuenca principal	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas
43	CP-36	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
44	CP-37	Cuenca principal	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas
45	CP-38	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
46	CP-39	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
47	CP-40	Cuenca principal	Cuatro Cañadas	Próximo a propiedades agrícolas
48	CP-41	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
49	CP-42	Cuenca principal	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas
50	CP-43	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
51	CP-44	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
52	CS-1	Afluente	La Guardia	Quebrada
53	CS-2	Afluente	La Guardia	Quebrada
54	CS-3	Afluente	Santa Cruz de la Sierra	Antes de la descarga de SAGUAPAC sur
55	CS-4	Afluente	Santa Cruz de la Sierra	Después de la descarga de SAGUAPAC sur
56	CS-5	Afluente	Santa Cruz de la Sierra	Próximo a propiedad agropecuaria

**Fuente:** Elaboración propia

Para un mejor detalle de los puntos de muestreo de agua, se realiza la descripción siguiente:

**Tabla 5**  
**Zona Valles Cruceños (Muestras testigos)**

Código	Coordenadas UTM WGS-84 20 k		Uso
	X_Coord.	Y_Coord.	
MT-9	457761	7909133	Ganadería
MT-5	359890	7954542	Agrícola, ganadería
MT-6	427715	7895803	Agrícola, ganadería
MT-3	344532	7984137	Agrícola
MT-4	349947	7962157	Agrícola
MT-7	421412	7922384	Agrícola
MT-2	334664	7995622	Agrícola, pecuaria

**Fuente:** Elaboración propia

Esta zona de muestreo se caracteriza por la turbulencia del flujo, la naciente se distingue como afluente principal el río Mizque del Departamento de Cochabamba, el flujo turbulento y la topografía dan la característica de turbidez permanente a la cuenca, además del arrastre de material arcillosos (coloides), la topografía aledaña representada por Cárcavas profundas con más de 40 metros de profundidad. La actividad principal se concentra en el cultivo de hortalizas, verduras y en pequeña escala granos y especies forrajeras, río más abajo en la localidad denominada “Vado del Yeso” dentro del municipio de Masicuri la actividad principal es la ganadería siendo una zona productora de lácteos, estas actividades antrópicas son pasibles a contaminación de cuerpos de aguas, las poblaciones son de baja densidad por tanto no existe actividad industrial ni descarga directas al río. Sin embargo, es importante destacar que solo cuentan con sistemas convencionales para la eliminación de excretas (pozos de absorción) en algunos sectores podrían ser pasibles de contaminación de los cuerpos de agua por fenómenos de rebalse o infiltración a la napa freática.

**Tabla 6**  
**Descripción del Punto de Monitoreo Cuenca Alta**

Código	Coordenadas UTM WGS-84 20 k			Uso
	X_Coord.	Y_Coord.	Municipio	
CP-1	441437	7889432	Gutiérrez	Agrícola
CP-2	457761	7909133	Cabezas	Agrícola
CP-3	457903	7909163	Cabezas	Agrícola
CP-4	468965	7920883	Cabezas	Agrícola
CP-5	486087	7931445	Cabezas	Agrícola/ganadera
CS-1	487285	8017302	La Guardia	Zonas pobladas
CS-2	491693	8018140	La Guardia	Agrícola
CS-3	492060	8017261	La Guardia	Zonas pobladas
CS-4	492884	8016253	La Guardia	Agrícola
CS-5	488563	8017135	La Guardia	Zona pobladas

**Fuente:** Elaboración propia

En estos puntos, próximo al municipio de Gutiérrez, la actividad agrícola, ganadera son las más relevantes, entre los factores de contaminación puede ser el uso de agroquímicos por el factor de irrigación superficial. No existe actividad industrial aledaña al río, sin embargo, la mancha urbana en la zona de tiende a crecer respecto a esta zona.

Con respecto a estas zonas de muestreo se distinguen variaciones con respecto al flujo si comparamos CP-1 tiene un flujo turbulento debido a la topografía de la zona perteneciente a la localidad de Tatarenda. Aguas as abajo se encuentra la zona poblada de Abapo CP-2. localidad próxima al río, la actividad principal es el comercio, pesca, ganadería, sin embargo, en el último período se desarrolla actividad de aprovechamiento de áridos esta actividad sin duda provoca no solo alteración de las condiciones naturales de los cuerpos de agua, siendo además una actividad que por las características es fuente de contaminación. por la cercanía de la mancha urbana se evidencia micro basurales en puntos próximos al río, no se contactó descarga de algún efluente industrial ni aguas residuales.

Río abajo el flujo del río laminar, con áreas de inundación extensa, cubierto por vegetación ribereña, con interrelaciones de vegetación del Chaco y Cerrado, las actividades antrópicas identificadas corresponden a ganadería de pequeña escala respecto a los puntos de muestreo CP-4 dentro del municipio de Cabezas y CP-5. Con respecto las principales cuencas secundarias efluentes de la cuenca se describen como CS-1 teniendo como referencia el municipio de La Guardia, este punto se considera relevante para fines del muestro debido a la cercanía de la mancha urbana, además de evidenciar micro basurales en puntos próximos al río, se contactó descarga de efluente de aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento de SAGUAPAC.

Las actividades antrópicas identificadas corresponden a los puntos referidos en CS-2 y CS-5, respectivamente.

**Tabla 7**  
**Descripción del Punto de Monitoreo Cuenca media**

Código	Coordenadas UTM WGS-84 20 k		Municipio	Uso
	X_Coord.	Y_Coord.		
CP-6	512190	7985332	La Guardia	Agrícola
CP-7	522559	8014489	Santa Cruz de la Sierra	Agrícola
CP-8	521642	8017349	Santa Cruz de la Sierra	Agrícola
CP-9	520338	8021404	Santa Cruz de la Sierra	Agrícola
CP-10	523333	8045739	Cotoca	Agrícola/ganadera
CP-11	523618	8045855	Pailón	Zonas pobladas
CP-12	523542	8046577	Cotoca	Zona poblada
CP-13	523167	8046539	Cotoca	Agrícola
CP-14	522858	8046504	Cotoca	Zonas pobladas
CP-15	522856	8046682	Cotoca	Agrícola
CP-16	523082	8046896	Cotoca	Zona poblada
CP-17	521877	8050341	Santa Cruz de la Sierra	Zona poblada
CP-18	527428	8088251	San Julian	Agrícola
CP-19	527860	8089966	Cuatro Cañadas	Agrícola
CP-20	528053	8090962	Cuatro Cañadas	Agrícola
CP-21	522682	8101243	Okinawa Uno	Agrícola
CP-22	517056	8104799	Okinawa Uno	Agrícola
CP-23	511868	8107330	Okinawa Uno	Agrícola
CP-24	506215	8110425	Okinawa Uno	Agrícola
CP-25	504481	8110524	El Puente	Agrícola
CP-26	501984	8111284	San Julian	Agrícola
CP-27	501597	8117601	General Saavedra	Agrícola
CP-28	501617	8117761	General Saavedra	Agrícola
CP-29	496879	8130377	Mineros	Agrícola
CP-30	493968	8136905	Santa Rosa del Sara	Agrícola
CP-31	493939	8136911	Mineros	Agrícola
CP-32	494247	8138479	Mineros	Agrícola

**Fuente:** Elaboración propia

Respecto a este margen de la cuenca de acuerdo a la cuota representativa de la cuenca media, próximo al municipio de la Santa Cruz de la Sierra denominado **CP-6** al **CP-9**, el muestreo se desarrolló a 5 metros de la orilla del río debido a la gran profundidad que presenta en esta zona, el flujo tiene característica laminar, la característica principal del agua es la turbidez por el arrastre de material arcilloso, otra característica los márgenes del río es fangoso.

En los puntos, próximo al municipio de Cotoca CP-10, la actividad agrícola, ganadera son las más relevantes, entre los factores de contaminación pueden ser relevante el uso de agroquímicos empleado en grandes extensiones de cultivos, aledañas al río, si bien las población no se concentra próximas al río la actividad en esta zona es a nivel industrial producto de la mecanización por parte de Colonias Menonitas, el factor de irrigación y escorrentía superficial puede ser un motivo de contaminación por pesticidas, no existe descarga de afluentes industriales y se distingue un pequeño micro basural producto de la actividades de pesca en la zona.

Se identifica actividad agrícola a gran escala, el punto de muestreo CP-15 se encuentra al margen Suroeste del Municipio de Cotoca, otras actividades muy peculiares de la zona es la pesca tradicional al existir asentamientos pequeños por la actividad económica generada por la agricultura, por tanto, la contaminación por plaguicidas, pesticidas es latente. El punto de muestreo se realizó próximo a las zonas de cultivo, corresponde al punto CP-17 a CP-32, el río en este tramo presenta un flujo laminar, las muestras se la colectaron aproximadamente a 10 metros de la orilla, no se evidenció descargas industriales ni de otras características, tampoco se observó que se realice alguna toma de agua para consumo humano o de riego de propiedades agrícolas.

**Tabla 8**  
**Descripción del Punto de Monitoreo Cuenca baja**

Código	Coordenadas UTM WGS-84 20 k		Municipio	Uso
	X_Coord.	Y_Coord.		
CP-33	492311	8148635	Fernández Alonso	Agrícola
CP-34	486403	8155731	San Julian	Agrícola
CP-35	485699	8156636	Fernandez Alonso	Agrícola
CP-36	484077	8157363	San Julian	Agrícola
CP-37	482321	8158384	Fernandez Alonso	Agrícola
CP-38	480472	8160312	San Julian	Agrícola
CP-39	479408	8160934	San Julian	Agrícola
CP-40	466323	8176943	El Puente	Agrícola
CP-41	464463	8177014	El Puente	Agrícola
CP-42	460752	8178357	El Puente	Agrícola
CP-43	431056	8214273	El Puente	Agrícola
CP-44	429950	8215550	El Puente	Agrícola

**Fuente:** Elaboración propia

El punto de muestreo se realizó próximo a las zonas de cultivo, corresponde al punto CP-33 hasta CP-44 en estos puntos presenta un flujo laminar, las muestras se colectaron aproximadamente a 10 metros de la orilla, no se distingue descargas industriales ni de otras características, tampoco se observó que se realice alguna toma de agua para consumo humano o de riego de propiedades agrícolas, sobre el margen del río la vegetación es secundaria, áreas de inundaciones cubierto por cultivos en algunas zonas.

A través del curso del río no se evidenció descargas de aguas residuales o industriales, tampoco poblaciones que se estén abasteciendo de las aguas del río. Los puntos de muestreo en este período la mayor parte de los accesos se encuentra inundados, este factor dificultó la toma de muestras, no existen poblaciones aledañas, ni mucho menos actividad industrial, por tanto, descarga no hay descarga de efluentes.

**Tabla 9**  
**Codificación de puntos de muestreos estación de estiaje**

No.	Cod.	Cauce principal o afluente	Municipio	Punto de muestreo
1	CP-1	Cuenca principal	Gutiérrez	Próxima a propiedad ganadera
2	CP-2	Cuenca principal	Cabezas	Zona río seco próximo a propiedades ganadera
3	CP-3	Cuenca principal	Saipina	Próximo a propiedades agrícolas
4	CP-4	Cuenca principal	Cabezas	Cerca de propiedades agropecuarias
5	CP-5	Cuenca principal	Cabezas	Cerca de propiedades agropecuarias
6	CP-6	Cuenca principal	La Guardia	Cerca de propiedades agrícolas
7	CP-7	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Zona Paurito - próximo a propiedades agrícolas
8	CP-8	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Próximo a propiedades agrícolas
9	CP-9	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Zona Paurito - próximo a colonia menonita
10	CP-10	Cuenca principal	Cotoca	Puente de Puerto Pailas
11	CP-11	Cuenca principal	Pailon	Próximo a propiedades agrícolas
12	CP-12	Cuenca principal	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)

No.	Cod.	Cauce principal o afluente	Municipio	Punto de muestreo
13	CP-13	Cuenca principal	Cotoca	Puente de Puerto Pailas
14	CP-14	Cuenca principal	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)
15	CP-15	Cuenca principal	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)
16	CP-16	Cuenca principal	Cotoca	Puente de Puerto Pailas
17	CP-17	Cuenca principal	Santa Cruz de la Sierra	Zona Montero Hoyos - próximo a propiedades agrícolas
18	CP-18	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
19	CP-19	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
20	CP-20	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
21	CP-21	Cuenca principal	Okinawa Uno	Zona puente Banegas
22	CP-22	Cuenca principal	Cuatro Cañadas	Próximo a propiedades agrícolas
23	CP-23	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
24	CP-24	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
25	CP-25	Cuenca principal	Cabezas	Zona puente
26	CP-26	Cuenca principal	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas
27	CP-27	Cuenca principal	General Saavedra	Próximo a propiedad agrícola
28	CP-28	Cuenca principal	General Saavedra	Próximo a propiedad agrícola
29	CP-29	Cuenca principal	Mineros	Próximo a propiedad agrícola
30	CP-30	Cuenca principal	Santa Rosa del Sara	Próximo a propiedades agrícolas
31	CP-31	Cuenca principal	Mineros	Próximo a propiedad agrícola
32	CP-32	Cuenca principal	Mineros	Próximo a propiedades agrícolas
33	CP-33	Cuenca principal	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas

No.	Cod.	Cauce principal o afluente	Municipio	Punto de muestreo
34	CP-34	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
35	CP-35	Cuenca principal	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas
36	CP-36	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
37	CP-37	Cuenca principal	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas
38	CP-38	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
39	CP-39	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
40	CP-40	Cuenca principal	Cuatro Cañadas	Próximo a propiedades agrícolas
41	CP-41	Cuenca principal	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas
42	CP-42	Cuenca principal	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas
43	CP-43	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas
44	CP-44	Cuenca principal	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3 Parámetros de análisis

Enmarcados en el artículo N° 4 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, que establece que son las autoridades ambientales las encargadas de la clasificación de cuerpos de agua, sin embargo a objeto de tener una línea base ambiental la cual nos de la idea del comportamiento con respecto a la contaminación que pueda afectar a estos cuerpos de aguas superficiales, se tomaron los parámetros básicos de clasificación de cuerpos de agua, establecido en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) en su Artículo N° 6, siendo estos parámetros los siguientes:

**Tabla 10**  
**Parámetros Físico Químicos**

N°	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	OBSERVACIONES
1	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5 mg/l)	Es un indicador de contaminación orgánica ampliamente utilizado, está relacionado con el oxígeno disuelto presente en las aguas en este caso superficiales y subterráneas.

Nº	PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS	OBSERVACIONES
2	Demanda Química de Oxígeno (DQO mg/l)	El análisis de la DQO, se emplea para la medición de materia orgánica en las aguas industriales y municipales y que puedan contener tóxicos para la vida biológica del agua. Siempre es mayor que la DBO, por la cantidad de compuestos que se oxidan a través de reacciones químicas.
3	Colifecales (UFC)	El análisis de este indicador radica en la prevención de enfermedades de carácter infecto contagiosas, en el organismo de las personas que las consumen, estas enfermedades son gastrointestinales
4	Oxígeno Disuelto (OD %)	Es de gran importancia para la respiración de muchos de los organismos biológicos del agua.
5	Arsénico Total (AS mg/l)	Es componente muy toxico que cuando sobrepasa los 70 mg/l. puede causar la muerte.
6	Cadmio (mg/l)	Su presencia n el agua puede ocasionar efectos en los bronquios, produciendo anemia y cálculos renales.
7	Cianuro (mg/l)	Es una sustancia nociva para la humanidad, así como la flora y la fauna, las dosis fatales para el ser humano van de 50-60 mg/l. que podría causar la muerte.
8	Cromo hexavalente (mg/l)	Es un compuesto cancerígeno, es absorbido por el organismo a través de las vías respiratorias y gastrointestinales.
9	Fosfato Total (mg/l)	Es importante para determinar la presencia de nutrientes en el agua.
10	Mercurio (mg/l)	Es un parámetro básico en la clasificación de cuerpos de agua, es toxico y concentraciones elevadas puede causar envenenamiento y mal formaciones en la vida Biológica.
11	Plomo (mg/l)	Es un parámetro básico en la clasificación de cuerpos de agua, es toxico y concentraciones elevadas puede causar envenenamiento y mal formaciones en la vida Biológica
12	Clordano, Dieldrín, Aldrín, DDT, Endrín, Malatión y Paratión	Presencia de agroquímicos en el agua.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4 Determinación del estado actual de la calidad del cuerpo de agua

Una vez obtenidos los resultados de las distintas campañas de muestreo (estiaje – lluvia), se procedió a la valoración e interpretación técnica de los resultados en comparación de los límites máximos permisibles establecidos en el Anexo A-1, del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, para determinar el rango de concentración y la clase A, B, C, D, en la que se encuentra cada punto de muestreo sujeto a clasificación, se empleó colores diferenciados en cada parámetro monitoreado, considerando los límites máximos permisibles.

Los términos de referencia del producto de consultoría en cuestión, establecen que los resultados de laboratorio, sean sistematizados en una base de datos (tabla Excel) proporcionada por el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), misma que detalla información relevante como: datos generales (fecha, responsable del muestreo), métodos de análisis utilizados, datos y resultados del muestro en comparación con los límites máximos permisibles establecidos en el Cuadro A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, y en función a ellos arroja las Clases de agua asignada en función a una coloración de celdas. El significado de los colores, es expuesto a continuación:

	Clase A
	Clase B
	Clase C
	Clase D
	Fuera de los límites permisibles (A, B, C, D)

Sin embargo, es importante señalar que la programación de la base de datos (tabla Excel) perteneciente al Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) presenta errores lógicos de programación, lo que generará errores en la asignación de clase en función de los resultados de laboratorio obtenidos y su comparativa con los valores de límites máximos establecidos en el Cuadro A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Esta afirmación se basa al siguiente argumento técnico:

“Los métodos de análisis realizados en los laboratorios para los parámetros de calidad, presentan un límite de cuantificación, lo que significa que, aquellos valores de concentraciones de un determinado parámetro que se ubique por debajo del límite de cuantificación, no podrán establecer un valor puntual que permita comparar con el valor del límites máximos establecidos en el Cuadro A-1, que a su vez este se encuentre en el mismo rango de valores, los cuales iniciaran desde el menos infinito hasta el valor límite de cuantificación”.

Es por esta razón que, para evitar cometer errores de asignación de clases de calidad hídrica, no se utilizará la base de datos del (tabla Excel) perteneciente al Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) para aquellos resultados que presenten esta situación. La

asignación de la coloración será remplazada por una interpretación profesional de los resultados obtenidos en función a los límites máximos establecidos en el Cuadro A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.

De los 81 parámetros presentados en el cuadro A-1, se consideran como parámetros Básicos (resaltados con color rojo), los parámetros mínimos que debe tener un estudio para la asignación de una categorización (A, B, C, D), a un cuerpo de agua en base a las condiciones de calidad físico, químicas y microbiológicas.

Tabla II  
Anexos A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

Nº	Parámetros	Unidad	Clase "A"		Clase "B"		Clase "C"		Clase "D"		Clase "Crítica"	50% Max
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max		
<b>Parámetros básicos</b>												
1	Conductividad		0	140	>140	300	>300	500	1600	>500	>1600	
2	Oxígeno disuelto (c/O <sub>2</sub> saturación)	%	>80		70	80	60	<70	<60	50	<50	
3	pH		6,0	8,5	>8,5	9,0					< 6 y > 9	5,7 < pH < 9,2
4	Sólidos disueltos totales	mg/l	0	1.000	-	-	>1 000	1.500	-	-	>1 500	2.250
5	Sólidos sedimentarios	mg/l ml/l	0	<10	10	<30	30	<50	<100	50	≥100	150
6	Sólidos suspendidos totales		0	1	>1	≤10	>10	≤100	>100	>100	≤200	
7	Temperatura (diferencia con el c. receptor)	°C	-3	+3	-3	+3	-3	+3	+3	-3	> ± 3	
8	Turbidez	UNT	0	<10	10	<50	50	<100	<200	100	≥200	300
9	Color (c/Pt)	mg/l	0	<10	10	<50	50	<100	<200	100	≥200	300
<b>Constituyentes inorgánicos metálicos</b>												
11	Aluminio (c/Al)	mg/l	0	0,2	>0,2	0,5	>0,5	1,0	-	-	>1	1,5
12	Antimonio (c/Sb)	mg/l	0	0,01	-	-	-	-	-	-	>0,01	0,015
13	<b>Arsénico total (c/As)</b>	<b>mg/l</b>	<b>0</b>	<b>0,05</b>	-	-	-	-	<b>0,1</b>	<b>&gt;0,05</b>	<b>&gt;0,1</b>	7,5
14	Bario (c/Ba)	mg/l	0	1,0	-	-	>1,0	2,0	>2,0	>2,0	>5,0	
15	Berilio (c/Be)	mg/l	0	0,001	-	-	-	-	-	-	>0,001	0,0015
16	Boro (c/B)	mg/l	0	1,0	-	-	-	-	-	-	>1,0	1,5
17	Calcio (c/Ca)	mg/l	0	200	>200	300	-	-	>300	>300	>400	600
18	<b>Cadmio (c/Cd)</b>	<b>mg/l</b>	<b>0</b>	<b>0,005</b>	-	-	-	-	-	-	<b>&gt;0,005</b>	
19	Cobre (c/Cu)	mg/l	0	0,05	>0,05	1,0	-	-	-	-	>1,0	1,5
20	Cobalto (c/Co)	mg/l	0	0,1	>0,1	0,2	-	-	-	-	>0,2	0,3
21	<b>Cromo Hexavalente (c/Cr<sup>6+</sup>)</b>	<b>mg/l</b>	<b>0</b>	<b>0,05</b>	-	-	-	-	-	-	<b>&gt;0,05</b>	
22	Cromo Trivalente (c/Cr <sup>3+</sup> )	mg/l	0	0,12	>0,12	0,6	-	-	>0,6	>0,6	>1,1	1,65
23	Estafío (c/Sn)	mg/l	0	2,0	-	-	-	-	-	-	>2,0	3
24	Hierro Soluble (c/Fe)	mg/l	0	0,3	-	-	>0,3	1,0	-	-	>1,0	1,5
25	Litio (c/Li)	mg/l	0	2,5	-	-	-	-	-	>2,5	>5	7,5
26	Magnesio (c/Mg)	mg/l	0	100	-	-	>100	150	-	-	>150	225
27	Manganeso (c/Mn)	mg/l	0	0,5	>0,5	1,0	-	-	-	-	>1,0	1,5

Tabla 11  
Anexos A-I del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

28	<b>Mercurio (c/Hg)</b>	mg/l	0	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,001	0,75
29	Níquel (c/Ni)	mg/l	0	0,05	-	-	>0,05	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,5	0,075
30	Plata (c/Ag)	mg/l	0	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,05	0,075
31	<b>Plomo (c/Pb)</b>	mg/l	0	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,1	0,075
32	Selenio (c/Se)	mg/l	0	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,05	0,075
33	Sodio (c/Na)	mg/l	0	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>200	300
34	Uranio total (c/U)	mg/l	0	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,02	0,03
35	Vanadio (c/V)	mg/l	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,1	0,15
36	Zinc (c/Zn)	mg/l	0	0,2	-	-	-	>0,2	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	>5,0	7,5
<b>Constituyentes inorgánicos no metálicos</b>																			
37	Amoniaco (c/NH <sub>3</sub> )	mg/l	0	0,05	>0,05	1,0	>1,0	2,0	>2,0	4,0	>4,0	>4,0	>4,0	>4,0	>4,0	>4,0	>4,0	>4,0	6
38	<b>Cianuros (c/CN)</b>	mg/l	0	0,02	>0,02	0,1	>0,1	0,2	-	-	>0,2	>0,2	>0,2	>0,2	>0,2	>0,2	>0,2	>0,2	6
39	Cloruros (c/Cl)	mg/l	0	250	>250	300	>300	400	>400	500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	750
40	Fluoruros (c/F)	mg/l	0	0,6	>0,6	1,7	-	-	-	-	>1,7	>1,7	>1,7	>1,7	>1,7	>1,7	>1,7	>1,7	2,55
41	<b>Fosfato Total (c/PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)</b>	mg/l	0	0,4	>0,4	0,5	>0,5	1,0	-	-	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	1,5
42	Nitrato (c/NO <sub>3</sub> )	mg/L	0	20	>20	50	-	-	-	-	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	75
43	Nitrito (c/N)	mg/L	0	<1,0	-	1,0	-	-	-	-	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	1,5
44	Nitrogeno total (c/N)	mg/L	0	5	>5	12	-	-	-	-	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	>12	18
45	Sulfatos (c/SO <sub>4</sub> )	mg/L	0	300	>300	400	-	-	-	-	>400	>400	>400	>400	>400	>400	>400	>400	600
46	Sulfuros (c/S)	mg/L	0	0,1	-	-	>0,1	0,5	>0,5	1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	>1,0	1,5
<b>Constituyentes orgánicos</b>																			
47	Benceno (c/C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	µg/L	0	2,0	>2,0	6,0	>6,0	10,0	-	-	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	15
48	1.2 Dicloroetano (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> )	µg/L	0	10	-	-	-	-	-	-	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	15
49	1.1 Dicloroetileno (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	µg/L	0	0,3	-	-	-	-	-	-	>0,3	>0,3	>0,3	>0,3	>0,3	>0,3	>0,3	>0,3	0,45
50	Fenoles (c/C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	µg/L	0	1,0	-	-	>1,0	5,0	>5,0	10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	15
51	Pentaclorofenol	µg/L	0	5,0	>5,0	10,0	-	-	-	-	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	>10,0	15
52	1.1.1.2 Tetracloroetano	µg/L	0	10	-	-	-	-	-	-	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	15
53	1.1.1. Tricloroetano	µg/L	0	30	-	-	-	-	-	-	>30	>30	>30	>30	>30	>30	>30	>30	45
54	Tetracloruro de Carbono	µg/L	0	3	-	-	-	-	-	-	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3	>3	4,5
55	2.4.6. Triclorofenol	µg/L	0	10	-	-	-	-	-	-	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	15

Tabla 11  
Anexos A-I del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

Constituyentes orgánicos agregados														
		mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0,3	>0,3	1	>1	1,5
56	Aceites y Grasas		0	0	0	0	0	0	0	0,3	>0,3	1	>1	1,5
57	<b>DBO<sub>5</sub> (c/O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/L</b>	<b>0</b>	<b>&lt;2</b>	<b>2</b>	<b>&lt;5</b>	<b>5</b>	<b>&lt;20</b>	<b>20</b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;30</b>	<b>≥30</b>	
58	<b>DQO (c/O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/L</b>	<b>0</b>	<b>&lt;5</b>	<b>5</b>	<b>&lt;10</b>	<b>10</b>	<b>&lt;40</b>	<b>40</b>	<b>&lt;60</b>	<b>&lt;60</b>	<b>&lt;60</b>	<b>≥60</b>	
59	SAAM (Detergentes)	mg/L	0	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,5	0,75
60	Bifenilos Policlorados (PCB's)	µg/L	0	0	0	0,001	-	-	-	-	-	-	>0,001	0,0015
Constituyentes plaguicidas														
61	<b>Aldrin</b>	<b>µg/L</b>	<b>0</b>	<b>0,03</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>&gt;0,03</b>	
62	<b>Dieldrin</b>	<b>µg/L</b>	<b>0</b>	<b>0,03</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>&gt;0,03</b>	
63	<b>Clordano @</b>	<b>µg/L</b>	<b>0</b>	<b>0,3</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>&gt;0,3</b>	
64	<b>DDT @</b>	<b>µg/L</b>	<b>0</b>	<b>1,0</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>&gt;1,0</b>	
65	<b>Endrin @</b>	<b>µg/L</b>				<b>NE</b>		<b>NE</b>		<b>NE</b>		<b>NE</b>	<b>&gt;0,0</b>	
66	Endosulfan @	µg/L	0	70	-	-	-	-	-	-	-	-	>70	105
67	Heptacloro	µg/L	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,1	0,15
68	Heptacloripoxido @	µg/L	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,1	0,15
69	Lindano (Gama-BHC) @	µg/L	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	>3	4,5
70	Metoxicloro	µg/L	0	30	-	-	-	-	-	-	-	-	>30	45
71	Toxafeno @	µg/L	0	0,01	-	-	-	-	>0,01	0,05	>0,01	0,05	>0,05	0,075
72	Demeton	µg/L	0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,1	0,15
73	Gutión	µg/L	0	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,01	0,015
74	Malatión	µg/L	0	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	>0,04	
75	Paratión @	µg/L	-	NE		NE		NE		NE		NE		
76	Carbaril	µg/L	0	0	>0,0	0,02	-	-	-	-	-	-	>0,02	0,03
77	2,4-D; Diclorofenoxiacético	µg/L	0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	>100	150
78	2,4,5-TP; Ácido 2(2,4,5 triclorofenoxi) propiónico	µg/L	0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	>10	15
Constituyentes microbiológicos														
80	<b>Colifecales</b>	<b>NMP/100 mL</b>	<b>&lt;5</b>	<b>&lt;50</b>	<b>&lt;200</b>	<b>&lt;1000</b>	<b>1000</b>	<b>&lt;5000</b>	<b>5000</b>	<b>&lt;50 000</b>	<b>50 000</b>	<b>&lt;50 000</b>	<b>≥50 000</b>	
81	<b>Parásitos</b>	N/L	0	<1									≥1	-

### 3.5 Evaluación de las condiciones biológicas

Para realizar la evaluación de las condiciones biológicas se realizó un diagnóstico biofísico (Anexo A correspondiente al Producto 03 “Diagnósticos y caracterización de la cuenca del río Grande”), el cual está compuesto por una línea **base limnológica**, una línea **base ictiológica** y la evaluación de las condiciones biológicas con la identificación de los **macroinvertebrados**.

#### LÍNEA BASE LIMOLÓGICA

Para determinar las características físico-químico de los sistemas acuáticos, in situ, se registraron los siguientes parámetros (Figura 1):

- pH, se utilizó equipo digital (marca extech)
- Temperatura ambiente (°C), se registró con termómetro de mercurio
- Temperatura del agua (°C), se registró con termómetro de mercurio

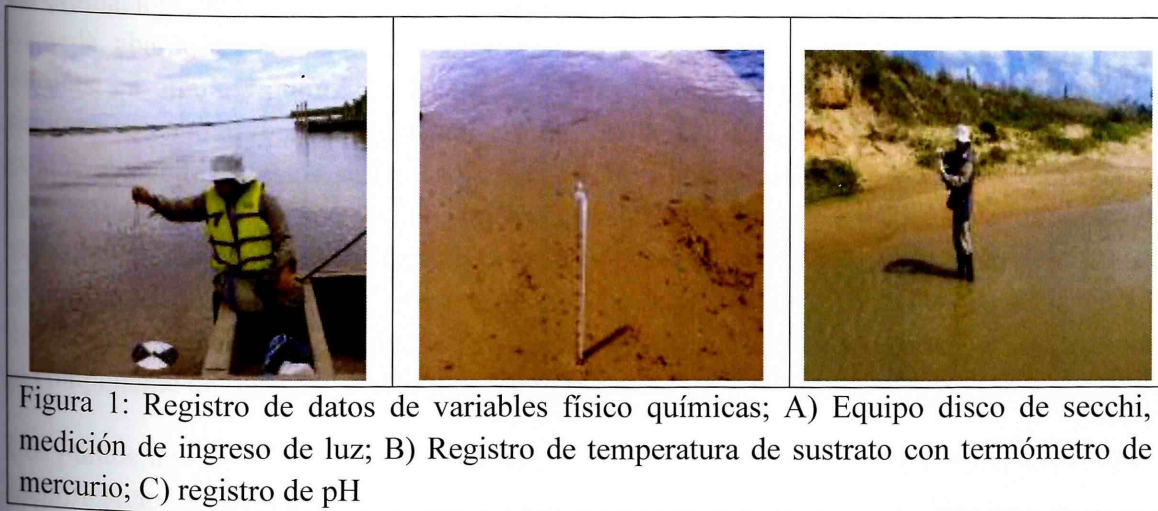


Figura 1: Registro de datos de variables físico químicas; A) Equipo disco de secchi, medición de ingreso de luz; B) Registro de temperatura de sustrato con termómetro de mercurio; C) registro de pH

La medición de aforos permite definir la capacidad que presentan los ecosistemas acuáticos en el aporte de agua y cuanto se puede suministrar a la demanda. De acuerdo con Reglamento de Materia y Contaminación Hídrica en el Artículo N° 48 para la captación de agua, el caudal de captación deberá tener un promedio diario menor al 20 % del caudal mínimo diario del río para un período mínimo de retorno de 5 años. Esta medición se realizó a través del método correntómetro o área velocidad, el cual consistió en determinar el área de una sección transversal para conocer la velocidad del agua (Figura 2), donde se recabaron los siguientes datos: amplitud de cauce (m), el cauce del río grande se utilizará imágenes y los cauces de arroyo se utilizó medido con una cinta métrica de 50 m, profundidad del nivel del agua (m), medido con una regla graduada, velocidad promedio de la corriente (m/s), se registró utilizando un molinete.



Figura 2. Registro de velocidad de corriente con un molinete

evaluación y la colecta de muestras de macroinvertebrados acuáticos se efectuó en época de lluvia, abarco los meses de diciembre (2019) y enero (2020), la campaña de campo duro y lluviosa, en algunos puntos no hay acceso para ingresar al cauce del río, siendo que los puntos se encontraban en muy mal estado. En la Tabla siguiente, se detalla los sitios y puntos evaluados a estos se les asigno un código; cuando el punto corresponda al cauce principal del río grande se codifico con las siglas **CP**, los puntos en afluentes se adoptará las siglas **CS**, para poder realizar un mayor análisis comparativo se realizó la toma de muestras antes del ingreso del efluente a la cuenca alta, a la misma que se le asigno la identificación será **MT** y se presenta de manera correlativa. Estos códigos corresponden tanto al componente de macroinvertebrados como peces.

Los puntos de muestreo en campo fueron distribuidos realizando una evaluación visual e identificando los micros hábitats que son colonizados por los macroinvertebrados. Se ejecutó un muestreo estratificado aleatorio multi hábitat se basa en la identificación y selección de hábitats dominantes identificables. La estrategia de muestreo fue del tipo estratificado ya que el número de esfuerzos de muestreo es proporcional a la representatividad de cada hábitat identificado como dominante y representativo.

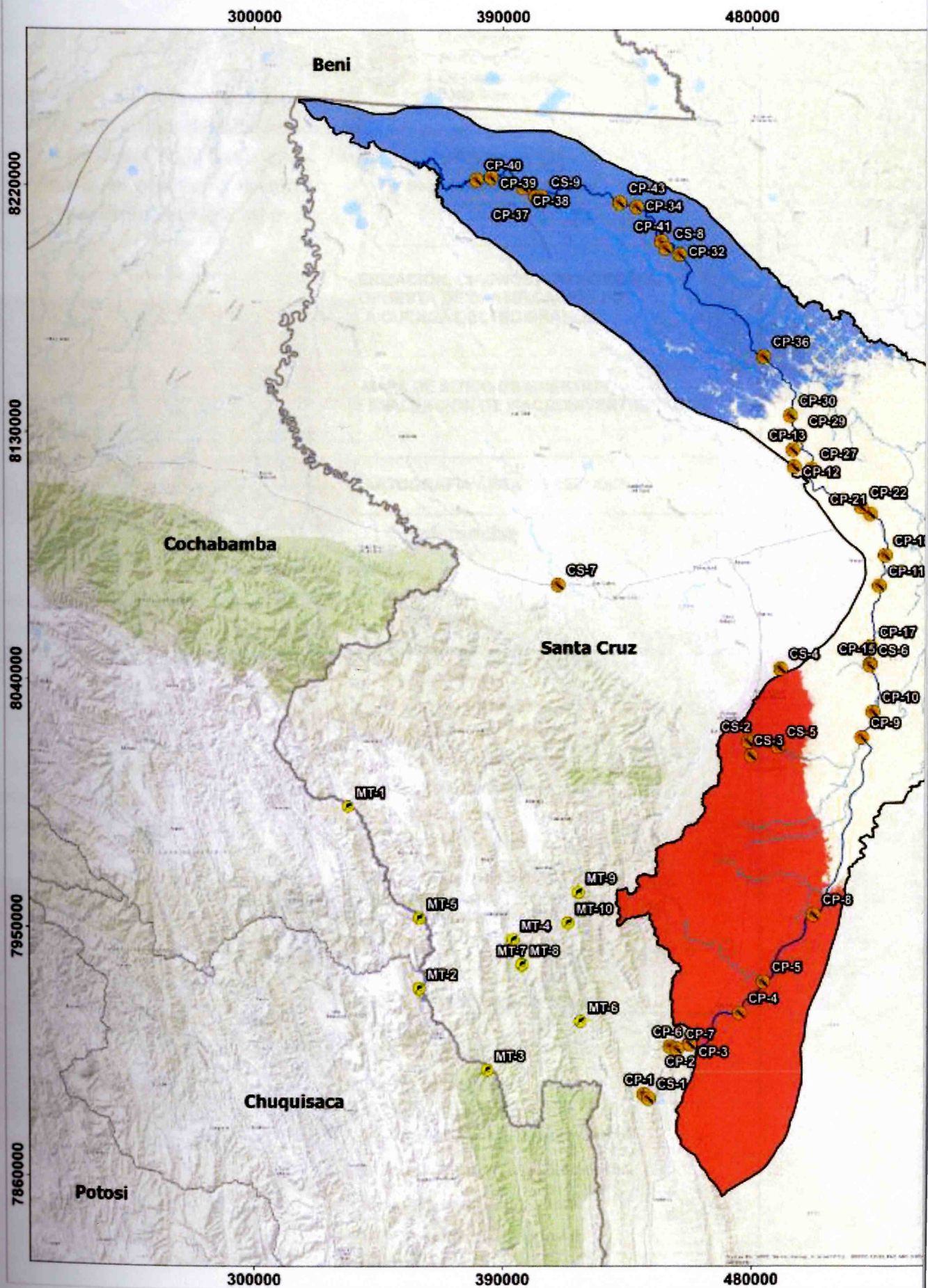
**Tabla 12.**

**Ubicación geográfica de los puntos de muestreos de los componentes de macroinvertebrados y peces (Época húmeda)**

<b>Codigo</b>	<b>Cuerpo de agua</b>	<b>Coord_X</b>	<b>Coord_Y</b>	<b>Municipio</b>	<b>Cuenca</b>
MT-1	Afluente	334129	7995290	Saipina	Muestras testigo
MT-2	Afluente	359874	7929448	Pucara	Muestras testigo
MT-3	Río Grande	384453	7899912	Vallegrande	Muestras testigo
MT-4	Río Piraymiri-chorrillo	393817	7946869	Vallegrande	Muestras testigo
MT-5	Afluente	359874	7954760	Moro moro	Muestras testigo
MT-6	Río Masicuri	418244	7917442	Vallegrande	Muestras testigo
MT-7	Afluente	397006	7938027	Vallegrande	Muestras testigo
MT-8	Piraimiri bajo	397006	7938027	Vallegrande	Muestras testigo
MT-9	Arroyo	417432	7963964	Samaipata	Muestras testigo
MT-10	Río Vilca	413650	7952991	Postrer Valle	Muestras testigo
CP-1	Río Grande	441281	7890869	Gutiérrez	Alta
CP-2	Río Grande	457490	7909210	Cabezas	Alta
CP-3	Quebrada-Afluente	457818	7909188	Cabezas	Alta
CP-4	Río Grande	475766	7920436	Charagua	Alta
CP-5	Río Grande	484218	7931646	Cabezas	Alta
CP-6	Río Grande	450705	7908214	Gutiérrez	Alta
CP-7	Río Grande	453045	7907435	Gutiérrez	Alta
CP-8	Río Grande	502533	7955867	Cabezas	Alta
CP-9	Río Grande	519831	8020119	Santa Cruz	Media
CP-10	Río Grande	523843	8029320	Cotoca	Media
CP-11	Río Grande	526094	8074995	Cuatro Cañadas	Media
CP-12	Río Grande	495262	8118278	General Saavedra	Media
CP-13	Río Grande	494821	8124302	Mineros	Media
CP-15	Río Grande	522841	8046696	Cotoca	Media
CP-17	Río Grande	522965	8052880	Santa Cruz	Media
CP-18	Río Grande	528167	8086107	Cuatro Cañadas	Media
CP-21	Río Grande	522791	8101208	Okinawa	Media
CP-22	Río Grande	519540	8103719	Okinawa	Media
CP-27	Río Grande	501578	8117485	San Julián	Media
CP-29	Río Grande	497398	8129282	San Julián	Media
CP-30	Río Grande	493888	8136724	San Julián	Media
CP-32	Río Grande	453835	8195448	El Puente	Baja
CP-34	Río Grande	438212	8212610	El Puente	Baja
CP-35	Río Grande	403997	8216202	San Pedro	Baja
CP-36	Río Grande	484254	8158141	San Julián	Baja
CP-37	Río Grande	401689	8216253	San Pedro	Baja
CP-38	Río Grande	397387	8219472	San Pedro	Baja

<b>Codigo</b>	<b>Cuerpo de agua</b>	<b>Coord_X</b>	<b>Coord_Y</b>	<b>Municipio</b>	<b>Cuenca</b>
CP-39	Rio Grande	385523	8223309	El Puente	Baja
CP-40	Rio Grande	380250	8222393	San Pedro	Baja
CP-41	Rio Grande	447193	8200227	El Puente	Baja
CP-43	Rio Grande	432100	8214046	El Puente	Baja
CS-1	Quebrada-Afluyente	442817	7889345	Gutiérrez	Alta
CS-2	Quebradas	478709	8018636	La Guardia	Alta
CS-3	Quebradas	479797	8013606	La Guardia	Alta
CS-4	Arroyo Sauces	490490	8044895	Santa Cruz	Media
CS-5	Río Pantano	489581	8016713	La Guardia	Alta
CS-6	Curichi Cotoca	522680	8046215	Cotoca	Media
CS-7	Rio Yapacani	409997	8075412	Yapacaní	Media
CS-8	Río Pailas	448717	8197609	El Puente	Baja
CS-9	Arroyo aguas negras	404092	8216192	San Pedro	Baja

**Fuente:** Elaboración propia



70000



8220000

8130000

8040000

7950000

7860000

70000



Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**  
Desarrollamos América Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE SITIOS DE MUESTREO  
PUNTOS DE EVALUACION DE MACROINVERTEBRADOS**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencias**

**Muestra**

- Muestras
- Muestras testigo
- Río Principal
- Rios Secundarios
- Cuenca Rio Grande Santa Cruz
- Baja (235,01 - 154,58 msnm)
- Media (356,63 - 235,01 msnm)
- Alta (2.133-356,63 msnm)
- Limite Santa Cruz
- Limites Departamental

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia  
\* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)

Imagen Satelital  
\* Esri: World Topographic Map  
Delimitación de Cuenca  
\*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Ericka Viviana Plata Salina  
Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman  
Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz  
Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montaña Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:600.000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCION: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR

0 45 90  
Plan  
N° 22

La colecta de los macroinvertebrados bentónicos se efectuó en los ecosistemas acuáticos seleccionados en la cuenca del Río Grande, utilizándose la Red de mano ("D-net") de 30 cm<sup>2</sup> de superficie en área. Con la finalidad de abarcar mayor superficie de colecta, se realizaron barrido en dirección contraria a la corriente aproximadamente un metro lineal en todos los hábitats (graba, materia orgánica, vegetación acuática, riberas) presentes en el área de estudio (Figura 3).



Figura 3: Colecta de macroinvertebrados manipulación de red de mano

Las muestras colectadas, fueron conservadas con formol comercial al 4% y trasladadas al Laboratorio de Limnología y Recursos Acuáticos del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Se recolectaron 210 sub muestras o repeticiones en función a cada unidad morfo dinámica o microhabitat, para obtener la mayor representatividad de los organismos en los ecosistemas acuáticos.

En el laboratorio se procedió al lavado de las muestras con sedimento, realizándose el tamizado del sustrato con tamices de diferentes aperturas de poros de las cribas, para luego seleccionar las morfoespecies encontradas.

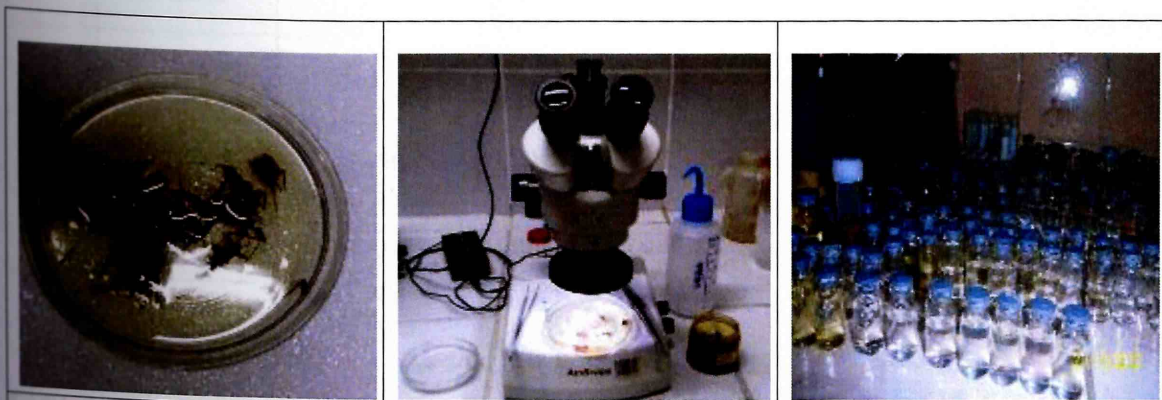


Figura 4: Procesamiento de muestras separación, identificación y conservación de los macroinvertebrados






La separación de los organismos de la fauna béntica se realizó con la ayuda de una estéreolupa y un microscopio y pinzas de puntas finas para separar, contar e identificar a los organismos en base a los esquemas de las diferentes morfoespecies (Figuro 4). Para la identificación de las diferentes familias se consultó las claves taxonómicas de Tachet, et al. (1980), Roldan (1988), Brinkhurst & Marchese (1989), Domínguez et al. (1994), Lopreto (1995), Fernández & Domínguez (2001) y Bouchard (2004). Los macroinvertebrados fueron identificados hasta nivel de familia y conservadas en alcohol al 70% con glicerina.

Para estimar la presencia de los organismos acuáticos en los sitios de muestreos, se utilizaron los valores de la guía de sensibilidad de macroinvertebrados acuáticos adaptado para Bolivia en el Índice BMWP/Bol. El cual es un método simple que asigna un puntaje a todos los grupos de macroinvertebrados identificados al nivel de familia, teniendo como requisito datos cualitativos de presencia o ausencia. El puntaje asignado va de 1 a 10 de acuerdo a la tolerancia o sensibilidad que tiene los organismos a la contaminación.

Las familias más sensibles tienen una puntuación de 10 y las menos sensibles de 1. Después de valorar la presencia de los macroinvertebrados acuáticos se procede a sumar los valores de sensibilidad para comprobar con los valores de la guía en base al índice BMWP/Bol que es específico para nuestro país.

**Tabla 13**

**Valores de la calidad del agua en base al índice biótico BMWP/Bol (Biological Monitoring Working Party Score)**

Clase	Calidad	BMWP/Bol	Significado	Color
I	Buena	> 100	Aguas muy limpias. No contaminadas	
II	Aceptable	61-100	Se evidencia algún efecto de contaminación	
III	Dudosa	36-60	Aguas contaminadas	
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Critica	<16	Aguas fuertemente contaminadas	

### LÍNEA BASE ICTIOLÓGICA

Las evaluaciones de los peces se llevaron a cabo en el mes de diciembre del 2019, correspondiente a inicio de la época lluviosa o de aguas altas. En la siguiente tabla se detallan las localidades visitadas.

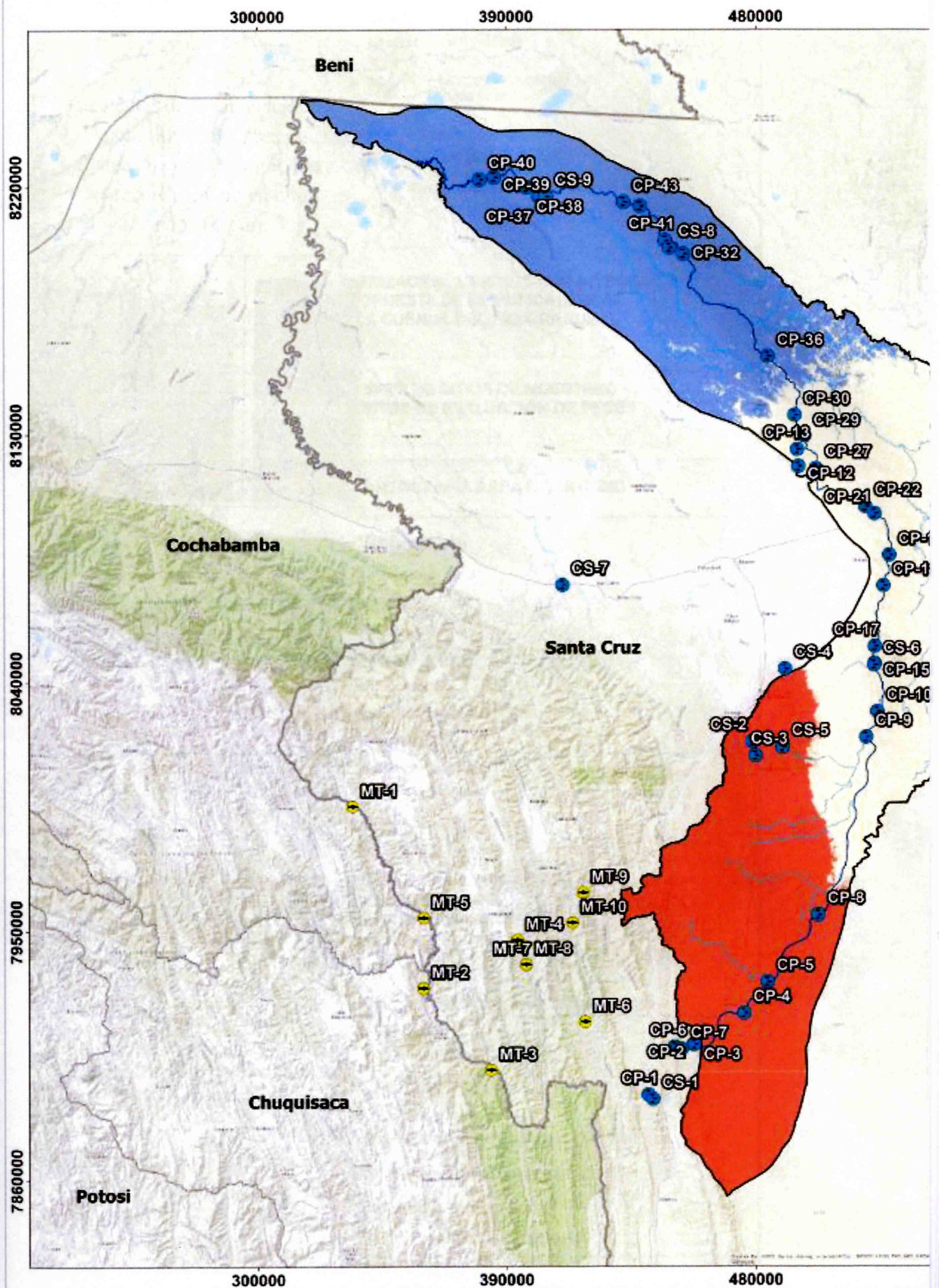
**Tabla 14.**

**Puntos de muestreo de la fauna ictícola en la Cuenca del Río Grande (WGS 1984 UTM Zona 20 S, Datum: D WGS 1984)**

<b>Codigo</b>	<b>Cuerpo de agua</b>	<b>Coord_X</b>	<b>Coord_Y</b>	<b>Municipio</b>	<b>Cuenca</b>
MT-1	Afluente	334129	7995290	Saipina	Muestras testigo
MT-2	Afluente	359874	7929448	Pucara	Muestras testigo
MT-3	Río Grande	384453	7899912	Vallegrande	Muestras testigo
MT-4	Río Piraymiri-chorrillo	393817	7946869	Vallegrande	Muestras testigo
MT-5	Afluente	359874	7954760	Moro moro	Muestras testigo
MT-6	Río Masicuri	418244	7917442	Vallegrande	Muestras testigo
MT-7	Afluente	397006	7938027	Vallegrande	Muestras testigo
MT-8	Piraimiri bajo	397006	7938027	Vallegrande	Muestras testigo
MT-9	Arroyo	417432	7963964	Samaipata	Muestras testigo
MT-10	Río Vilca	413650	7952991	Postrer Valle	Muestras testigo
CP-1	Río Grande	441281	7890869	Gutiérrez	Alta
CP-2	Río Grande	457490	7909210	Cabezas	Alta
CP-3	Quebrada-Afluente	457818	7909188	Cabezas	Alta
CP-4	Río Grande	475766	7920436	Charagua	Alta
CP-5	Río Grande	484218	7931646	Cabezas	Alta
CP-6	Río Grande	450705	7908214	Gutiérrez	Alta
CP-7	Río Grande	453045	7907435	Gutiérrez	Alta
CP-8	Río Grande	502533	7955867	Cabezas	Alta
CP-9	Río Grande	519831	8020119	Santa Cruz de la Sierra	Media
CP-10	Río Grande	523843	8029320	Cotoca	Media
CP-11	Río Grande	526094	8074995	Cuatro Cañadas	Media
CP-12	Río Grande	495262	8118278	General Saavedra	Media
CP-13	Río Grande	494821	8124302	Mineros	Media
CP-15	Río Grande	522841	8046696	Cotoca	Media
CP-17	Río Grande	522965	8052880	Santa Cruz de la Sierra	Media
CP-18	Río Grande	528167	8086107	Cuatro Cañadas	Media
CP-21	Río Grande	522791	8101208	Okinawa	Media
CP-22	Río Grande	519540	8103719	Okinawa	Media
CP-27	Río Grande	501578	8117485	San Julián	Media
CP-29	Río Grande	497398	8129282	San Julián	Media
CP-30	Río Grande	493888	8136724	San Julián	Media
CP-32	Río Grande	453835	8195448	El Puente	Baja
CP-34	Río Grande	438212	8212610	El Puente	Baja
CP-35	Río Grande	403997	8216202	San Pedro	Baja
CP-36	Río Grande	484254	8158141	San Julián	Baja
CP-37	Río Grande	401689	8216253	San Pedro	Baja
CP-38	Río Grande	397387	8219472	San Pedro	Baja

CP-39	Rio Grande	385523	8223309	El Puente	Baja
CP-40	Rio Grande	380250	8222393	San Pedro	Baja
CP-41	Rio Grande	447193	8200227	El Puente	Baja
CP-43	Rio Grande	432100	8214046	El Puente	Baja
CS-1	Quebrada-Afluyente	442817	7889345	Gutiérrez	Alta
CS-2	Quebradas	478709	8018636	La Guardia	Alta
CS-3	Quebradas	479797	8013606	La Guardia	Alta
CS-4	Arroyo Sauces	490490	8044895	Santa Cruz de la Sierra	Media
CS-5	Río Pantano	489581	8016713	La Guardia	Alta
CS-6	Curichi Cotoca-Afluyente	522680	8046215	Cotoca	Media
CS-7	Rio Yapacani	409997	8075412	Yapacaní	Media
CS-8	Río Pailas	448717	8197609	El Puente	Baja
CS-9	Arroyo aguas negras	404092	8216192	San Pedro	Baja

**Fuente:** Elaboración propia



70000



8220000

8130000

8040000

7950000

7860000

0000



Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**

Desarrollamos América Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE SITIOS DE MUESTREO  
PUNTOS DE EVALUACION DE PECES**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencia**

**Muestra**

-  Muestras
-  Muestras testigo
-  Río Principal
-  Ríos Secundarios
-  Cuenca Río Grande Santa Cruz
-  Limite Santa Cruz
-  Limites Departamental
-  Baja (235,01 - 154,58 msnm)
-  Media (356,63 - 235,01 msnm)
-  Alta (2.133-356,63 msnm)

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia  
\* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)

Imagen Satelital

\* Esri: World Topographic Map

Delimitación de Cuenca

\*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Ericka Viviana Plata Salina

Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman

Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz

Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montaña Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:600.000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCIÓN: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR

0 45 90  
Escala gráfica: 1:600.000  
Plano N° 21

Se realizaron colectas de la fauna íctica de la cuenca media y baja del río Grande, en variados hábitats del sistema fluvial del área de estudio. Se emplearon técnicas de captura de acuerdo a las características de cada hábitat acuático, procurando estandarizarlas en todos los ríos a muestrear, estas técnicas incluyen el uso de redes de arrastre, redes agalleras, tarrafas, redes de mano, línea y anzuelos (Figura 30).



Figura 5: Métodos de colecta de peces A) red de mano; B) Tarrafa; C) Pesca con anzuelos; D) Red de arrastre

Los especímenes colectados se fijaron en recipientes con formol al 10% (Formol comercial diluido 1 parte en 9 partes de agua), previa toma de características que se pierden con la fijación como ser el color y toma de fotografías. Luego de 48 horas en el formol, serán envueltos con gasa, introducidos en bolsas plásticas y empapados con alcohol al 70% con sus respectivas etiquetas y la bolsa amarrada con las ligas, para posteriormente ser trasladados en baldes plásticos. A especímenes de gran tamaño arriba de los 12 centímetros aproximadamente se le inyectó formol al estómago por el ano, antes de introducirlos al formol (Figura 6).



Figura 6: Fijación y registro de fotográfico de especímenes

La determinación taxonómica se realizó mediante la toma de diferentes medidas del cuerpo, recuentos de escamas, radios de aletas, dientes, etc. Utilizando diferentes claves taxonómicas como Gery, 1978; Loubens & Lauzanne, 1993; Covain & Fisch-Muller, 2007; Queiroz et al., 2013; Arcila et al., 2013 y trabajos de descripciones científicas. Las determinaciones fueron realizadas en lo posible a nivel de especie o a nivel de género. La lista de la ictiofauna fue revisada y actualizada por medio de Check List of the Freshwater Fishes of South and Central América (Reis *et al.* 2003) y las bases de datos digitales de peces Fish base (<http://www.fishbase.org>) y Eschmeyer's Catalog of Fishes (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).



Figura 7: Toma de medidas morfométricas de los peces

### 3.6 Diagnóstico hidrológico

El diagnóstico hidrológico de la cuenca del río Grande se efectuó en función a la delimitación de la cuenca de estudio en tres sectores, (alta, media y baja), estableciendo los límites naturales y municipales, afluentes principales (primarios y secundarios); aspectos climáticos, geológicos, tipos de suelos, calidad hídrica, principales regiones biogeográficas y datos de áreas protegidas. (Anexo B correspondiente al Producto 03 “Diagnósticos y caracterización de la cuenca del río Grande”).

### 3.7 Diagnostico socioeconómico

El diagnóstico socioeconómico de la cuenca del río Grande se efectuó con el análisis de los indicadores sociodemográficos, de educación, salud y servicios básicos, económicos productivos y del uso de suelos (Anexo C correspondiente al Producto 03 “Diagnósticos y caracterización de la cuenca del río Grande”).

## 4. ESTADO ACTUAL DEL CUERPO DE AGUA

### 4.1 Documentación del uso actual

Con el fin de presentar la información de manera más resumida y concisa, se presentan el desarrollo del presente acápite en función del encabezado de la siguiente tabla, la cual será desarrollada en función de la clasificación de la cuenca (alta, media y baja). Asimismo, es importante señalar que se cuenta con el diagnóstico socioeconómico de la cuenca del río Grande, el cual se efectuó con el análisis de los indicadores sociodemográficos, de educación, salud y servicios básicos, económicos productivos y del uso de suelos (Anexo C correspondiente al Producto 03 “Diagnósticos y caracterización de la cuenca del río Grande”).

**CUENCA ALTA:** Charagua, Cabezas, La Guarida (no presenta colindancia con el cauce del río Grande), Santa Cruz de la Sierra, y Cotoca.

**Tabla 15**  
**Cuenca Alta – Uso Actual**

Actor	Descripción
Empresas agropecuarias	La actividad agropecuaria de gran escala, es la más importante, con cultivos de caña, soya, trigo, maíz, sorgo, girasol y arroz principalmente. Esta actividad requiere de la aplicación de una diversidad de agroquímicos para la preparación del suelo y el control de plagas en los cultivos.
Organizaciones de pequeños y medianos agricultores	En la cuenca baja, existe un conjunto de asociaciones productivas y sindicatos agrarios que se dedican a la

	producción en menor escala de productos agroindustriales como la caña, sorgo, maíz, soya, etc. que generan contaminación por usos inadecuados de agroquímicos.
Habitad de fauna acuática	Ante las características del río, existe una gran diversidad de fauna acuática presente en el lugar. Dando lugar a la pesca de supervivencia y deporte para personas ajenas a los pobladores nativos.
Abrevadero de Animales	La ganadería en este municipio es de pequeña escala y promueve el desmote para la habilitación de potreros. También se efectúa la ganadería porcina y de aves de corral, las cuales generan importantes volúmenes de contaminación orgánica. El abrevadero de ganado vacuno y porcino, por las comunidades aledañas que sacan a su ganado a beber agua del río.

**CUENCA MEDIA:** Cabezas, Charagua, Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Pailón, Cuatro Cañadas, Okinawa Uno, San Julián San Julián y Fernández Alonso.

**Tabla16**

**Cuenca Media – Uso Actual**

<b>Actor</b>	<b>Descripción</b>
Empresas agropecuarias	La actividad agropecuaria de gran escala, es la más importante, con cultivos de caña, soya, trigo, maíz, sorgo, girasol y arroz principalmente. Esta actividad requiere de la aplicación de una diversidad de agroquímicos para la preparación del suelo y el control de plagas en los cultivos.
Organizaciones de pequeños y medianos agricultores	En la cuenca baja, existe un conjunto de asociaciones productivas y sindicatos agrarios que se dedican a la producción en menor escala de productos agroindustriales como la caña, sorgo, maíz, soya, etc. que generan contaminación por usos inadecuados de agroquímicos.
Habitad de fauna acuática	Ante las características del río, existe una gran diversidad de fauna acuática presente en el lugar. Dando lugar a la pesca de supervivencia y deporte para personas ajenas a los pobladores nativos.
Abrevadero de Animales	La ganadería en este municipio es de pequeña escala y promueve el desmote para la habilitación de potreros. También se efectúa la ganadería porcina y de aves de corral, las cuales generan importantes volúmenes de contaminación orgánica. El abrevadero de ganado vacuno y porcino, por las comunidades aledañas que sacan a su ganado a beber agua del río.

**CUENCA BAJA:** El Puente, San Pedro, San Julián, Santa Rosa del Sara, Fernández Alonzo, y cierta parte de Yapacani.

**Tabla 17**

**Cuenca Baja – Uso Actual**

<b>Actor</b>	<b>Descripción</b>
Empresas agropecuarias	La actividad agropecuaria de gran escala, es la más importante, con cultivos de caña, soya, trigo, maíz, sorgo, girasol y arroz principalmente. Esta actividad requiere de la aplicación de una diversidad de agroquímicos para la preparación del suelo y el control de plagas en los cultivos.
Organizaciones de pequeños y medianos agricultores	En la cuenca baja, existe un conjunto de asociaciones productivas y sindicatos agrarios que se dedican a la producción en menor escala de productos agroindustriales como la caña, sorgo, maíz, soya, etc. que generan contaminación por usos inadecuados de agroquímicos.
Habitad de fauna acuática	Ante las características del río, existe una gran diversidad de fauna acuática presente en el lugar. Dando lugar a la pesca de supervivencia y deporte para personas ajenas a los pobladores nativos.
Abrevadero de Animales	La ganadería en este municipio es de pequeña escala y promueve el desmonte para la habilitación de potreros. También se efectúa la ganadería porcina y de aves de corral, las cuales generan importantes volúmenes de contaminación orgánica. El abrevadero de ganado vacuno y porcino, por las comunidades aledañas que sacan a su ganado a beber agua del río.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de la asignación de clase por aptitud de uso y punto de muestreo representativo, en función a lo establecido en el Cuadro N° 1, Clasificación de los Cuerpos de Agua según su aptitud de uso

**Tabla 18. Asignación de Clase en función a su aptitud de uso**

<b>No.</b>	<b>Cod.</b>	<b>Municipio</b>	<b>Punto de muestreo</b>	<b>Clase Predominante (RMCH)</b>	<b>Clase Referencial</b>
1	MT-1	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
2	MT-2	Vallegrande	Cerca de propiedades agropecuarias	A-C	C
3	MT-3	Moro Moro	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
4	MT-4	Moro Moro	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C

No.	Cod.	Municipio	Punto de muestreo	Clase Predominante (RMCH)	Clase Referencial
5	MT-5	Saipina	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
6	MT-6	Vallegrande	Cerca de propiedades agropecuarias	A-C	C
7	MT-7	Comarapa	Cerca de propiedades agropecuarias	A-C	C
8	CP-1	Gutiérrez	Próxima a propiedad ganadera	A-C	C
9	CP-2	Cabezas	Zona río seco próximo a propiedades ganadera	A-C	C
10	CP-3	Saipina	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
11	CP-4	Cabezas	Cerca de propiedades agropecuarias	A-C	C
12	CP-5	Cabezas	Cerca de propiedades agropecuarias	A-C	C
13	CP-6	La Guardia	Cerca de propiedades agrícolas	A-C	C
14	CP-7	Santa Cruz de la Sierra	Zona Paurito - próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
15	CP-8	Santa Cruz de la Sierra	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
16	CP-9	Santa Cruz de la Sierra	Zona Paurito - próximo a colonia menonita	A-C	C
17	CP-10	Cotoca	Puente de Puerto Pailas	A-C	C
18	CP-11	Pailon	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
19	CP-12	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)	A-C	C
20	CP-13	Cotoca	Puente de Puerto Pailas	A-C	C
21	CP-14	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)	A-C	C
22	CP-15	Cotoca	Comunidad Puerto Pailas (Asentamientos humanos)	A-C	C
23	CP-16	Cotoca	Puente de Puerto Pailas	A-C	C
24	CP-17	Santa Cruz de la Sierra	Zona Montero Hoyos - próximo a propiedades agrícolas	A-C	C

Cod.	Municipio	Punto de muestreo	Clase Predominante (RMCH)	Clase Referencial
CP-18	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-19	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-20	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-21	Okinawa Uno	Zona puente Banegas	A-C	C
CP-22	Cuatro Cañadas	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-23	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-24	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-25	Cabezas	Zona puente	A-C	C
CP-26	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-27	General Saavedra	Próximo a propiedad agrícola	A-C	C
CP-28	General Saavedra	Próximo a propiedad agrícola	A-C	C
CP-29	Mineros	Próximo a propiedad agrícola	A-C	C
CP-30	Santa Rosa del Sara	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-31	Mineros	Próximo a propiedad agrícola	A-C	C
CP-32	Mineros	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-33	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-34	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-35	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-36	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-37	Fernández Alonso	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
CP-38	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C

No.	Cod.	Municipio	Punto de muestreo	Clase Predominante (RMCH)	Clase Referencial
46	CP-39	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
47	CP-40	Cuatro Cañadas	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
48	CP-41	San Julián	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
49	CP-42	Okinawa Uno	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
50	CP-43	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
51	CP-44	El Puente	Próximo a propiedades agrícolas	A-C	C
52	CS-1	La Guardia	Quebrada	C-D	D
53	CS-2	La Guardia	Quebrada	C-D	D
54	CS-3	Santa Cruz de la Sierra	Antes de la descarga de SAGUAPAC sur	C-D	D
55	CS-4	Santa Cruz de la Sierra	Después de la descarga de SAGUAPAC sur	C-D	D
56	CS-5	Santa Cruz de la Sierra	Próximo a propiedad agropecuaria	C-D	D

**Fuente:** Elaboración propia

## 1.2 Investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por agua residual crudas o tratadas

Con base a la información recopilada que forman parte de los productos: **Producto 02 Informe de caracterización de la cuenca - época de lluvia**, y el **Producto 03 diagnósticos y caracterización de la cuenca del río grande**, se establece que no se identifican puntos de descargas directas de aguas residuales crudas o tratadas generadas por plantas de tratamiento de agua residual urbana o industrias en el cuerpo de agua del cauce principal del río Grande (cuenca alta, cuenca medio y cuenca baja). Asimismo, esta información es ratificada en función de la información contenida del estudio denominada "Diagnostico departamental sobre saneamiento básico", realizado por el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.

Es importante señalar que poblaciones como Abapo (municipio de Cabezas), Puerto Pailas (municipio de Cotocha), Montero Hoyos (Santa Cruz de la Sierra) presentan manchas urbanas asentadas en las proximidades del cauce del río grande, lo que

genera una incidencia directa sobre su calidad, esta situación se debe a la carencia de sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de agua residual en estas poblaciones. Situación que conlleva a dichas poblaciones implementar sistemas de cámaras sépticas que en su gran mayoría direccionan sus efluentes hacia el cauce del río grande, a esta situación se suma que el sistema de drenaje de estas marchas urbanas presentar pendientes hacia el cauce del río Grande, generando el arrastre de residuos sólidos en situaciones de precipitación y posterior escorrentía.

### **4.3 Estudio de las fuentes contaminantes actuales y su evolución en el futuro**

En términos generales en la cuenca del río grande sujeto a estudio, se presentan los siguientes problemas y/o limitantes:

- Uso inadecuado de los recursos naturales, relacionados principalmente en la deforestación.
- Inundaciones debido a procesos de sedimentación, deforestación y crecidas extremas.
- Expansión de la frontera agrícola poco planificada.
- Servicios básicos limitados.
- Falta de infraestructura productiva.

La combinación de estas problemáticas muestra señales de inestabilidad y deterioro ambiental y de la acción antrópica que mantiene la fragilidad socioeconómica de las familias que habitan en estas zonas, las cuales incrementan su vulnerabilidad ante la variabilidad climática y mayor recurrencia de desastres. En este sentido se realiza el análisis a detalle de las principales actividades y fuentes de contaminación identificadas en la cuenca de estudio.

#### **4.3.1 Deforestación**

Uno de los principales efectos del deterioro de la cuenca, es la incorporación de nuevas parcelas marginales en ladera, derivando en procesos migratorios a la cuenca baja y zonas urbanas, que acelera aún más la tasa de deforestación en toda la cuenca y que deriva en la degradación de las tierras.

La erosión en la cuenca alta ha sido estimada en 87 ton/ha/año (Díaz et al. 2010), correspondiente a una lámina de suelo y subsuelo de 5 milímetros de promedio sobre la extensión de 59,000 km<sup>2</sup> de la cuenca alta. Esta tasa de erosión genera a la salida de la cuenca media (puente de Abapó) una carga de sedimentos en el Río Grande de 500 millones de ton/año, material que es depositado en la cuenca baja produciendo la elevación del cauce del río y frecuentes inundaciones en años recientes, estas cantidades de sedimento es incrementado debido a la deforestación a gran escala generada en toda la cuenca sujeto a estudio (alta, medio y baja) que son realizadas con el fin de expandir la frontera agrícola.

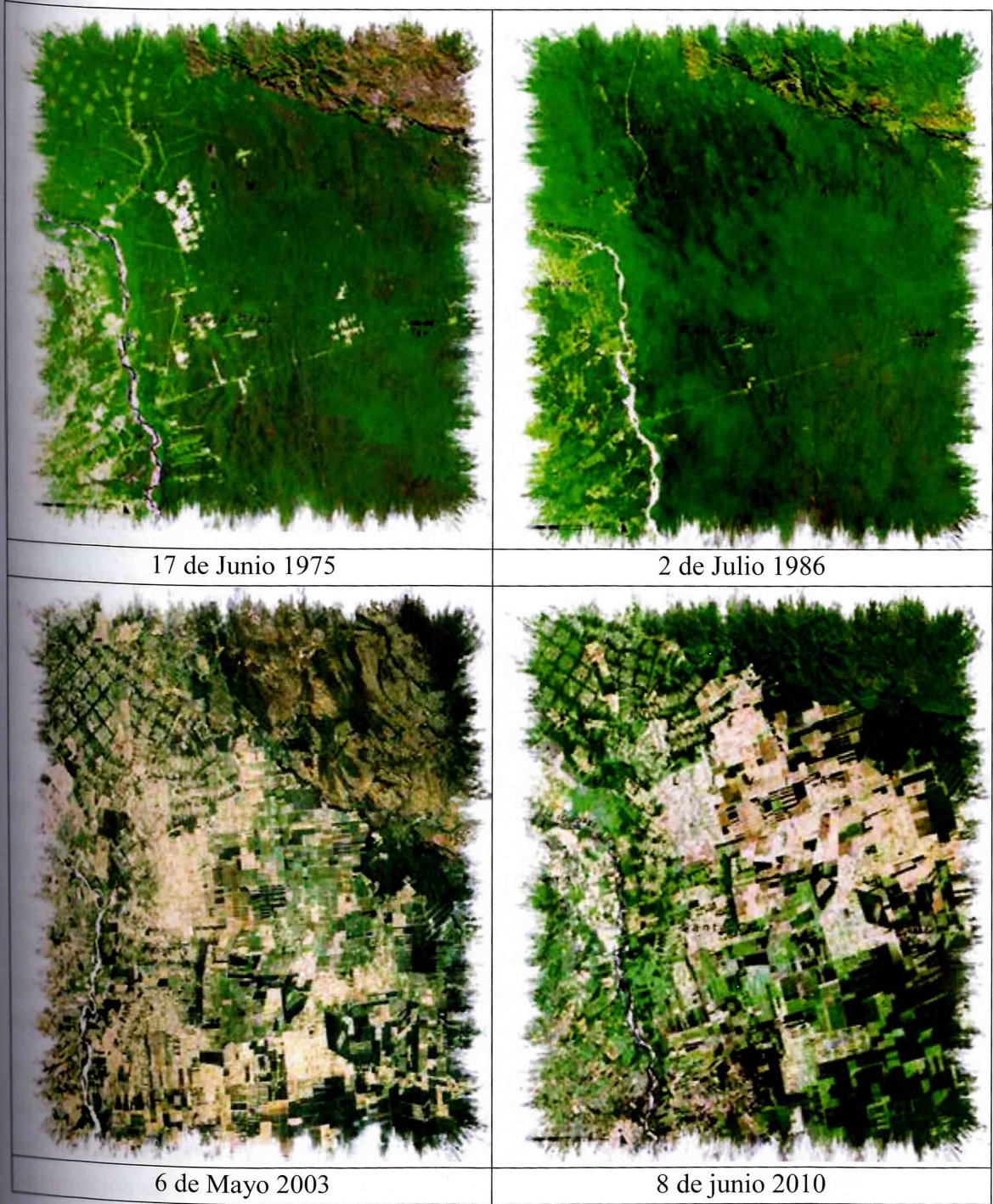
En la cuenca media y baja el proceso de colonización generó un enorme incremento en la producción agropecuaria, pero a pesar del esfuerzo planificador inicial, con el paso de los años muchas familias y comunidades colonizadoras no han mejorado sus condiciones de vida. En recientes décadas se manifiestan cada vez más señales de insostenibilidad de los sistemas de producción, por no considerar las recomendaciones del Plan de Uso de Suelo (PLUS) del departamento de Santa Cruz.

Por otro lado, una de las principales amenazas existentes en parte media y baja son las inundaciones debido al elevado dinamismo hidromorfológico del Río Grande y a la deforestación del bosque de galería en las riberas. Según Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), se tendría que conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce (Gobierno Departamental de Santa Cruz, 2009). No obstante, esta medida no se toma en cuenta en algunos municipios que conforman la cuenca.

La superficie de alto riesgo en la cuenca baja ha sido estimada por la Gobernación Departamental de Santa Cruz (2007) en 8,541 Km<sup>2</sup>. En estas zonas con alto riesgo a desastres naturales, se han asentado en los últimos años miles de familias campesinas procedentes del Altiplano y Valles. En la última década se aumentó, también, la ocupación de áreas marginales en las cuencas de los Valles Cruceños y en las reservas forestales como “El Ahore” y el ANMI Amboró.

Con el asentamiento de nuevos colonos se generó una alta mecanización agrícola (en cultivos de soja, girasol, maíz, sorgo, trigo, etc.), provocando la expansión de la frontera agrícola sin respetar el PLUS, incrementando el riesgo a inundaciones, entre otros problemas, los cuales provocan conflictos socioambientales y económicos.

Figura 7: Proceso de ampliación de la frontera agrícola y deforestación



Con el fin de realizar una evaluación cuantitativa de la expansión de la frontera agrícola en la cuenca de estudio, se presenta a continuación el detalle de las superficies de cobertura en función de los años de evaluación, la cual se han realizado en rangos de las últimas tres décadas.

mapa de cobertura vegetal y uso del suelo generado, es un modelo producido por la interpretación digital de imágenes Landsat 5 TM y 8 OLI. A continuación, se describen los trabajos previos a la clasificación digital de las imágenes, en el programa ERDAS Imagine y el programa ArcGIS 10.

La imagen de satélite en formato digital está conformada por varias bandas espectrales, las cuales presentan características especiales. La unión de estas bandas en una sola imagen, permitirá juntar las características de cada una de ellas, facilitando de este modo la interpretación de los componentes del paisaje.

Después de realizada la unión de bandas, se procede al despliegue de la imagen en formato digital, que es la visualización de dicha imagen bajo ciertos parámetros específicos como combinación de bandas y características geográficas. El despliegue preliminar de una imagen permite determinar si la imagen requiere algún tratamiento posterior y facilitar la mejor comprensión y análisis de los componentes del paisaje.

#### Geo-referenciación (Corrección geométrica)

Una buena rectificación de las imágenes de satélite es crucial para lograr la mayor precisión geométrica para realizar análisis, como en este caso para identificación de cobertura y uso del suelo. La corrección geométrica consiste en realizar cambios en la posición que ocupan los píxeles de la imagen, es decir, se le asigna a la imagen un sistema de proyección (Luvieco, 2002).

La Geo-referenciación de imágenes de Landsat 5 TM, fue realizado en base al sensor Landsat ya que tienen una buena Geo-referenciación, en sitios que no cambiaron la cobertura y propiedades. Ya que fueron trabajado en proyección UTM, zona 20 sur, Datum WGS1984.

#### Procesamiento de las imágenes

Para la identificación del uso de suelo para la cuenca del Rio Grande en el Depto. de Santa Cruz, se utilizó una Corrección atmosférica por el método de tope de la atmósfera (TOA), ya que la imagen al ser descargada está en números digitales y con el TOA se lo pasa a reflectancia, para obtener una buena clasificación y limpieza de las imágenes satelitales.

En la clasificación de cobertura fue mediante una clasificación supervisada, tomando como puntos de control diferentes tipos de cobertura como ser: Bosque, zonas urbanas, agua, arena, cultivos y suelo descubierto utilizando los algoritmos que tiene Erdas Imagine, realizando la combinación de bandas para Landsat 5: 5,4,3 en los canales RGB y para Landsat 8: 6,5,4 también en los canales RGB siendo la combinación de análisis de vegetación y de suelos.

En las clasificaciones está sujeta a tener algunos errores ya sea debido a fenómenos naturales topografía del terreno, ya que puede existir clases compuesta de píxeles espectrales similares donde pertenecen a distintas coberturas. Las unidades o píxeles que tengan también valores de otra cobertura y hace cambiar la variabilidad en la identificación ya puede variar

la clasificación. De este modo también se seleccionó imágenes sin nubosidad en el área de estudio para los periodos del 2000, 2010 y 2020.

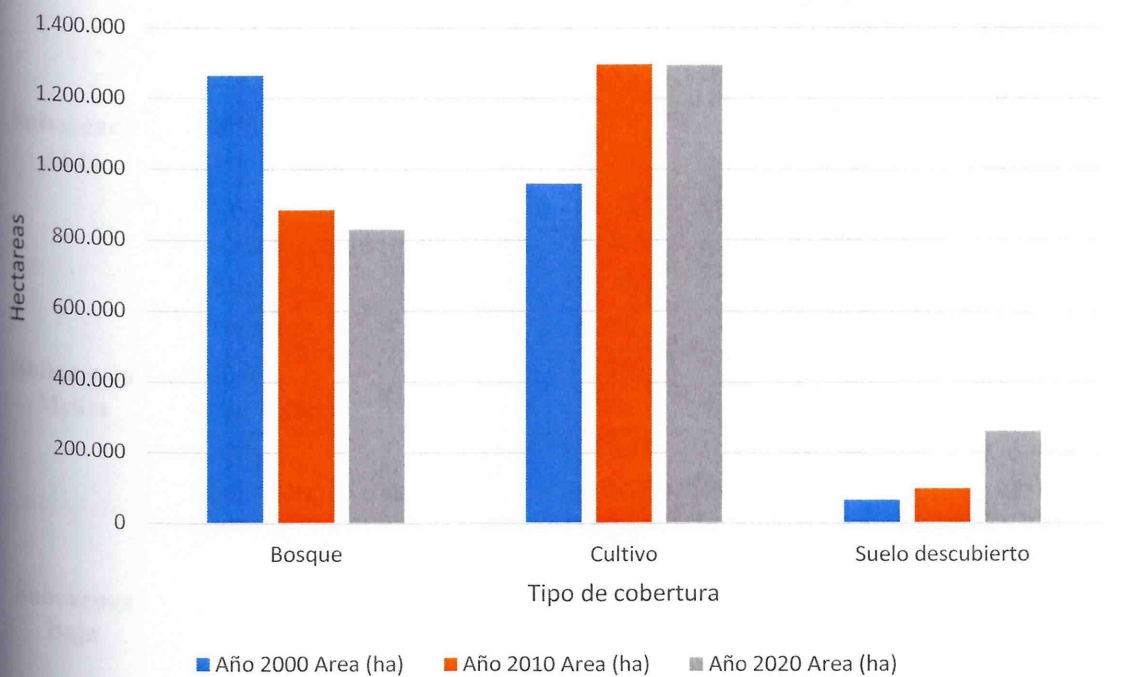
Una vez clasificada las escenas se le realiza el mosaico para luego en el Arcgis realizar el cambio de Raster a polígono para poder determinar las superficies por microcuenca alta, media y baja. Una vez vectorizado todas las coberturas se realizan su mapa de presentación para cada uno de los periodos de trabajo.

En función de todo el procedimiento realizado, se presentan los resultados obtenidos siguientes:

**Tabla 19**  
**Detalle de coberturas en la cuenca**

Cuenca	Cobertura	Año 2000		Año 2010		Año 2020	
		Area (ha)	%	Area (ha)	%	Area (ha)	%
	Bosque	1.265.526	50,70%	884.435	35,50%	829.068	33,20%
	Arenales	136.536	5,50%	119.945	4,80%	39.557	1,60%
	Agua	47.848	1,90%	76.014	3,00%	47.004	1,90%
	Area Urbana	18.467	0,70%	18.970	0,80%	22.706	0,90%
	Cultivo	959.115	38,50%	1.297.259	52,00%	1.293.881	51,90%
	Suelo descubierto	66.875	2,70%	97.745	3,90%	262.152	10,50%

**Análisis temporal de coberturas en la cuenca**

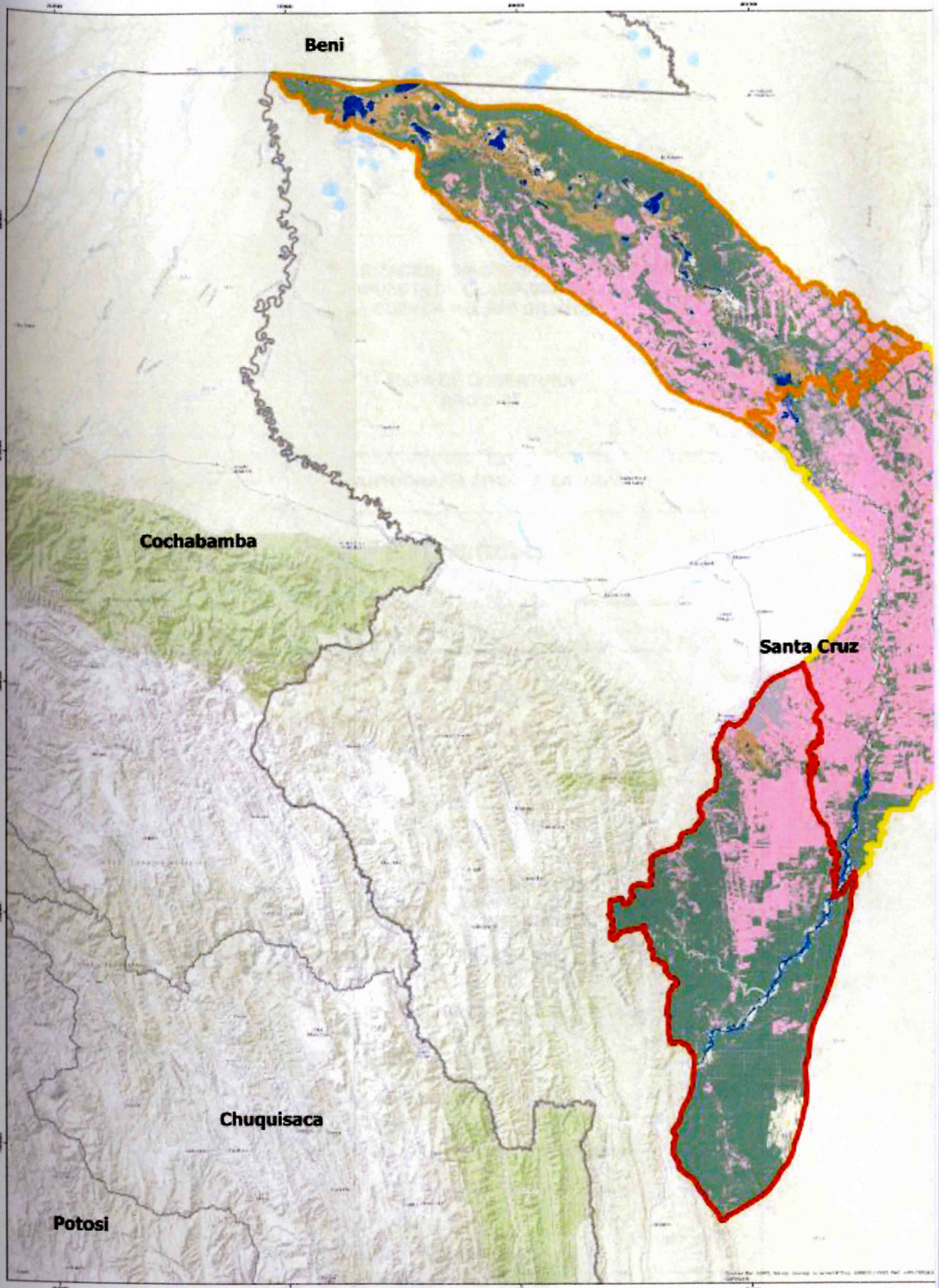


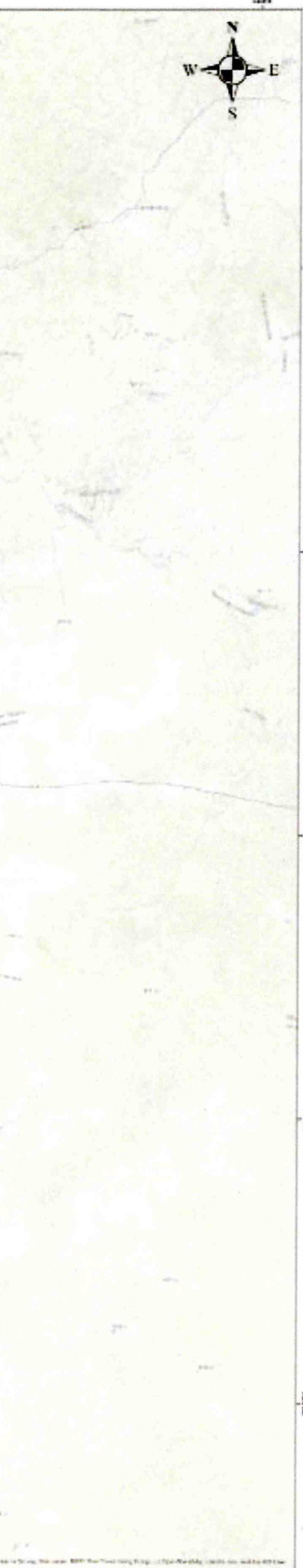
Como se puede apreciar en los datos y gráficos presentados, en la cuenca de estudio de ha perdido grandes superficies de bosques, los cuales han sido remplazados por cultivos, asimismo es importante resaltar que se ha generado un incremento en las superficies de suelos descubiertos, siendo estos un proceso de desertificación de suelos. Claramente se observa que la cobertura de los bosques en la cuenca de estudio para el año 2000 representaban el 50,70 %, trascurridos 10 años (2010) este porcentaje fue disminuido al 35,50%, siendo en la actualidad (2020) representada por el 33,20 %. Los valores de cobertura de bosques son inversamente proporcionales a los valores de cobertura de los cultivos, donde el porcentaje de los cultivos sobre la cuenca para el año 2020 significaban el 38,50%, incrementándose al 52,00% para el año 2010, y un dato interesante se da para el año 2020 donde disminuye un 0,1 % al 51,90%, sin embargo, se incrementan los valores de las superficies de suelos descubiertos del 2,70% para el año 2020 al 10,50% para el año 2020.

Con toda la información hasta hoy obtenida en el presente estudio, se establece con una meridiana certeza que es la expansión de la frontera agrícola la principal actividad que genera impactos significativos sobre la cuenca de estudio, generando así el impacto más significativo correspondiente a la deforestación y el incremento de la desertificación de suelos. A continuación, se presentarán los datos por división de cuenca: cuenca alta, cuenca medio y cuenca baja.

**Tabla 20**  
**Detalle de coberturas en las subcuencas**

Subcuenca	Cobertura	Hectáreas		
		2000	2010	2020
<b>Subcuenca ALta</b>	Bosque	559.955	481.304	441.159
	Arenales	9.922	6.143	20.479
	Agua	7.329	5.646	8.930
	Area Urbana	18.269	18.772	20.207
	Cultivo	211.714	289.625	267.085
	Suelo descubierto	28.940	34.457	65.193
<b>Subcuenca Media</b>	Bosque	226.484	116.604	298.244
	Arenales	6.251	2.264	6.674
	Agua	11.016	18.227	25.266
	Area Urbana	199	199	295
	Cultivo	487.342	585.094	436.823
	Suelo descubierto	10.008	19.289	153.995
<b>Subcuenca Baja</b>	Bosque	479.087	286.527	89.664
	Arenales	120.363	111.537	12.404
	Agua	29.503	52.141	12.808
	Cultivo	260.059	422.540	589.973
	Suelo descubierto	27.927	44.000	42.963





Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**  
Consultora America Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE COBERTURA  
AÑO 2000**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencias**

**Subcuenca**



Subcuenca Baja



Subcuenca Media



Subcuenca Alta



Limite Santa Cruz



Limites Departamental

**Cobertura**



Suelo descubierto



Cultivos



Bosque



Arenales



Área urbana



Agua

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia

\* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)

Imagen Satelital

\* Esri: World Imagery Map

Delimitación de Cuenca

\*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Ericka Viviana Plata Salina

Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman

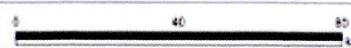
Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz

Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

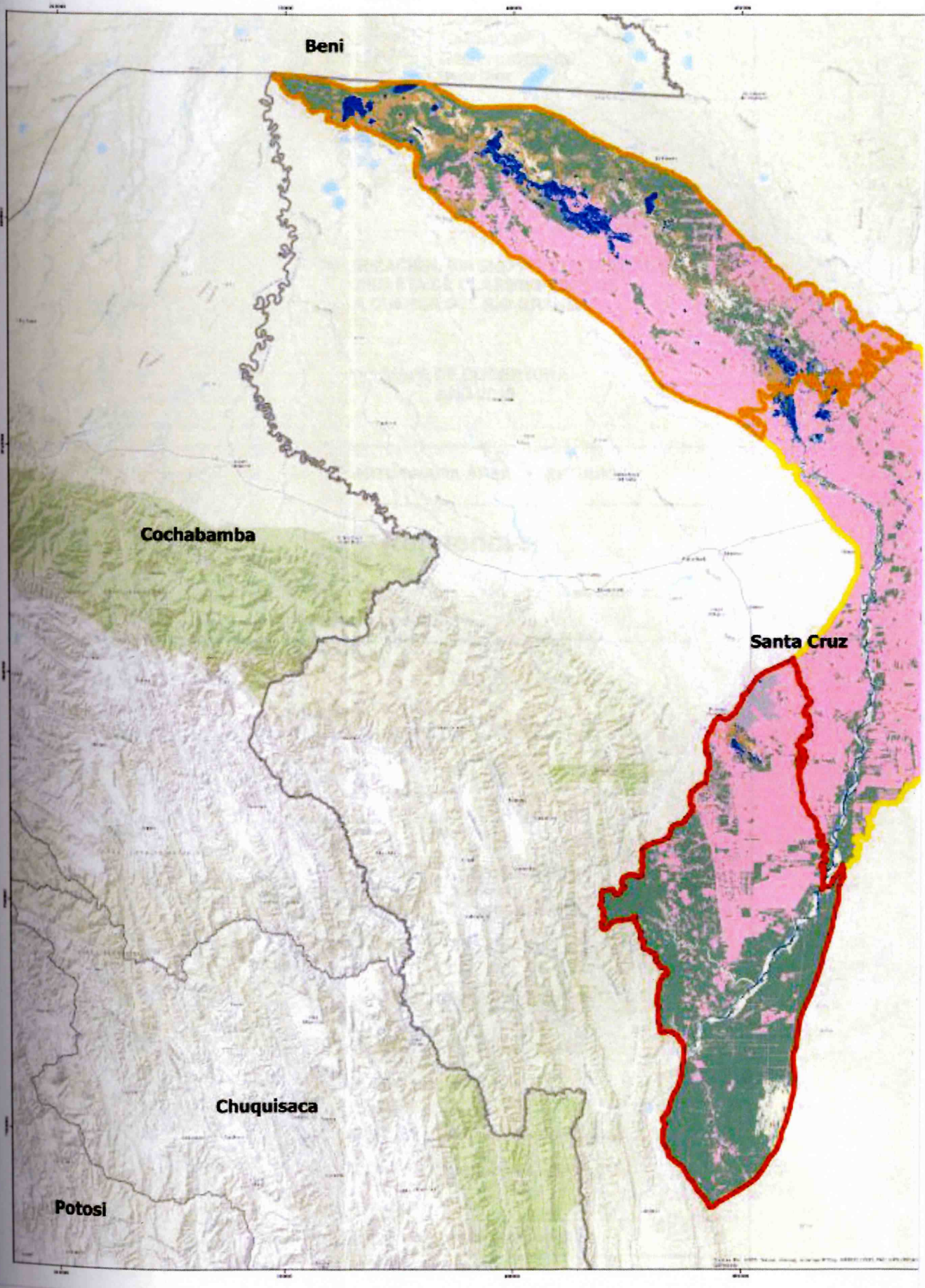
Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montaña Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:590.000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCIÓN: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR



Plano  
N° 41



**Beni**

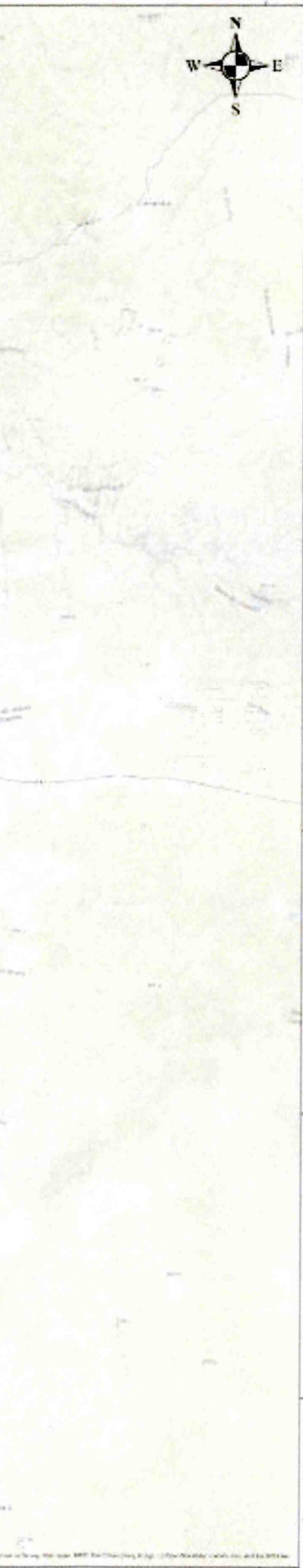
**Cochabamba**

**Santa Cruz**

**Chuquisaca**

**Potosi**

Scale 1:500,000. National Institute of Geographic Information and Cartography (INIGI) 1995. No. 1475/95



Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**  
Occidental America Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE COBERTURA  
AÑO 2010**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencias**

<b>Subcuenca</b>			
	Subcuenca Baja		Suelo descubierto
	Subcuenca Media		Cultivos
	Subcuenca Alta		Bosque
	Limite Santa Cruz		Arenales agua
	Limites Departamental		Area urbana
<b>Cobertura</b>			Agua

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia

\* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)

Imagen Satelital

\* Esri: World Imagery Map

Delimitación de Cuenca

\*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Ericka Viviana Plata Salina

Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman

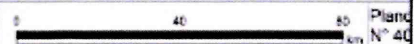
Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz

Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

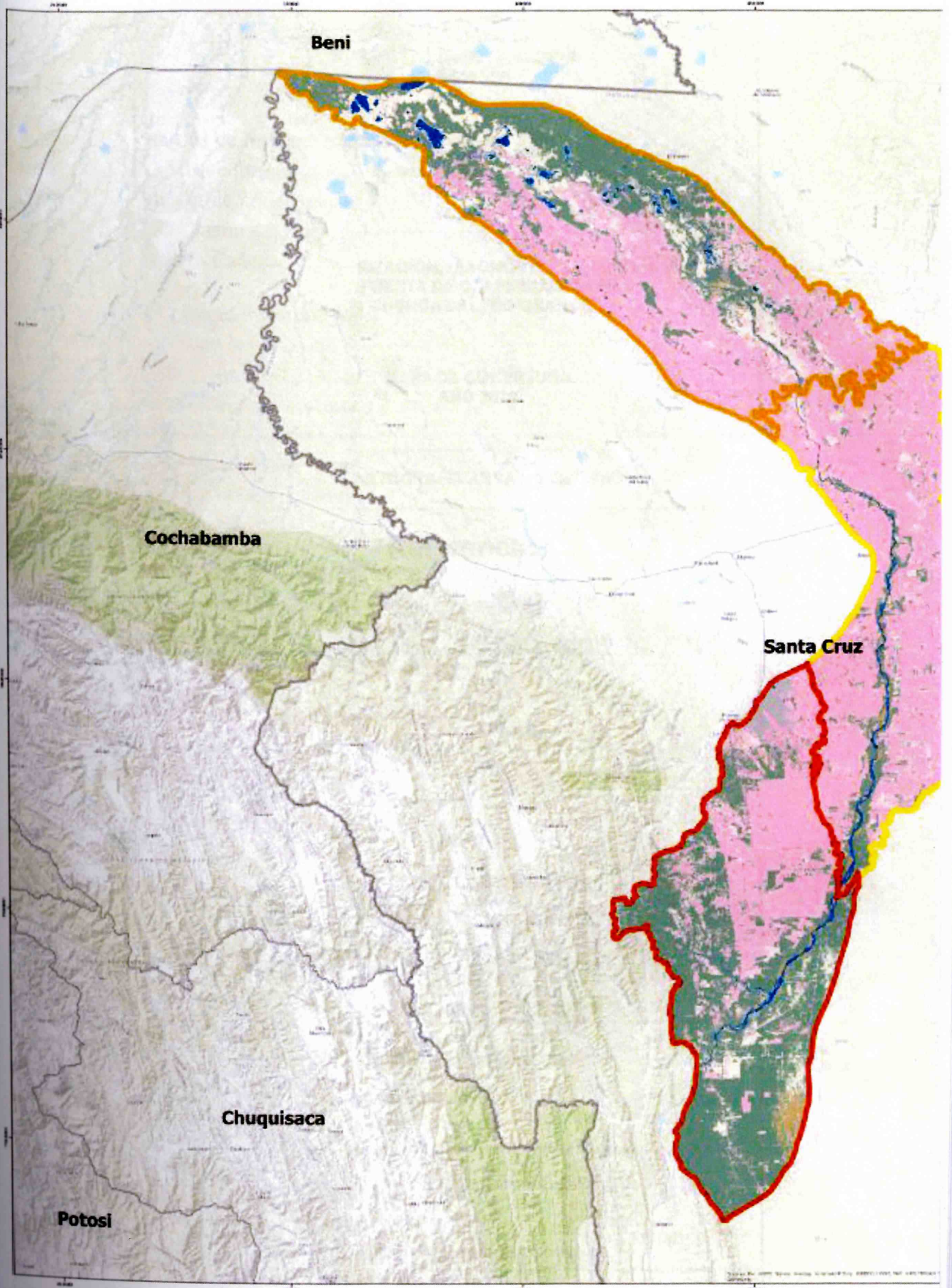
Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montaña Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:590,000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCIÓN: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR



Plano  
N° 40





Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**  
Desarrollamos América Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE COBERTURA  
AÑO 2020**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencias**

**Subcuenca**



Subcuenca Baja



Subcuenca Media



Subcuenca Alta



Limite Santa Cruz



Limites Departamental

**Cobertura**



Agua



Area Urbana



Arenales



Bosque



Cultivos



Suelos descubiertos

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia

\* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)

Imagen Satelital

\* Esri: World Imagery Map

Delimitación de Cuenca

\*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental - Ing. Ericka Viviana Plata Salina

Supervisor DICAM - Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman

Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz

Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montaña Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:500,000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCIÓN: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR

0 40 80  
km  
Plano N° 38

### 4.3.2 Extracción de áridos

En función a los resultados de inspecciones in situ y las entrevistas realizadas con personal técnico de los municipios que forman parte de la cuenca sujeta a estudio, se establece que las actividades de explotación de áridos en banco húmedo (cauce del río grande) se limitan a explotaciones artesanales manuales. Este tipo de explotación se realiza en los municipios de Pailón, San Julián y Cuatro Cañada.

En el municipio de Cabezas, principalmente en la Localidad de Abapo, se permite la extracción de áridos, aunque la autoridad municipal a través de autorizaciones establece el control sobre la extracción de áridos, esta no es suficiente ante el desconocimiento de la norma. Asimismo, es importante señalar que durante las inspecciones in situ en el único lugar que se registró explotación de áridos fue en la localidad de Abapó, siendo esta una explotación de tipo manual, para aprovechamiento de áridos gruesos (rocas con granulometría mayor). En la zona no existen dragas sobre el río, sólo sistema de bombeo para lavado de agregados que se extraen de bancos secos.

Como antecedentes se señala que durante la pausa del municipio de La Guardia los extractores buscaron otras canteras para seguir produciendo, así, llamó la atención el Río Grande, a orillas de la localidad de Abapó, perteneciente al municipio de Cabezas, donde se encontró que la piedra para ripio era más resistente, por lo que se instalaron alrededor de 12 empresas y asociaciones de productores de forma manual, sin embargo, a la fecha esta situación no existe.

### 4.3.3 Operación de botaderos municipales

La extensión territorial de la cuenca de estudio abarca los siguientes municipios, los cuales en algunos casos debido a su gran extensión territorial se ubican en dos secciones de la cuenca:

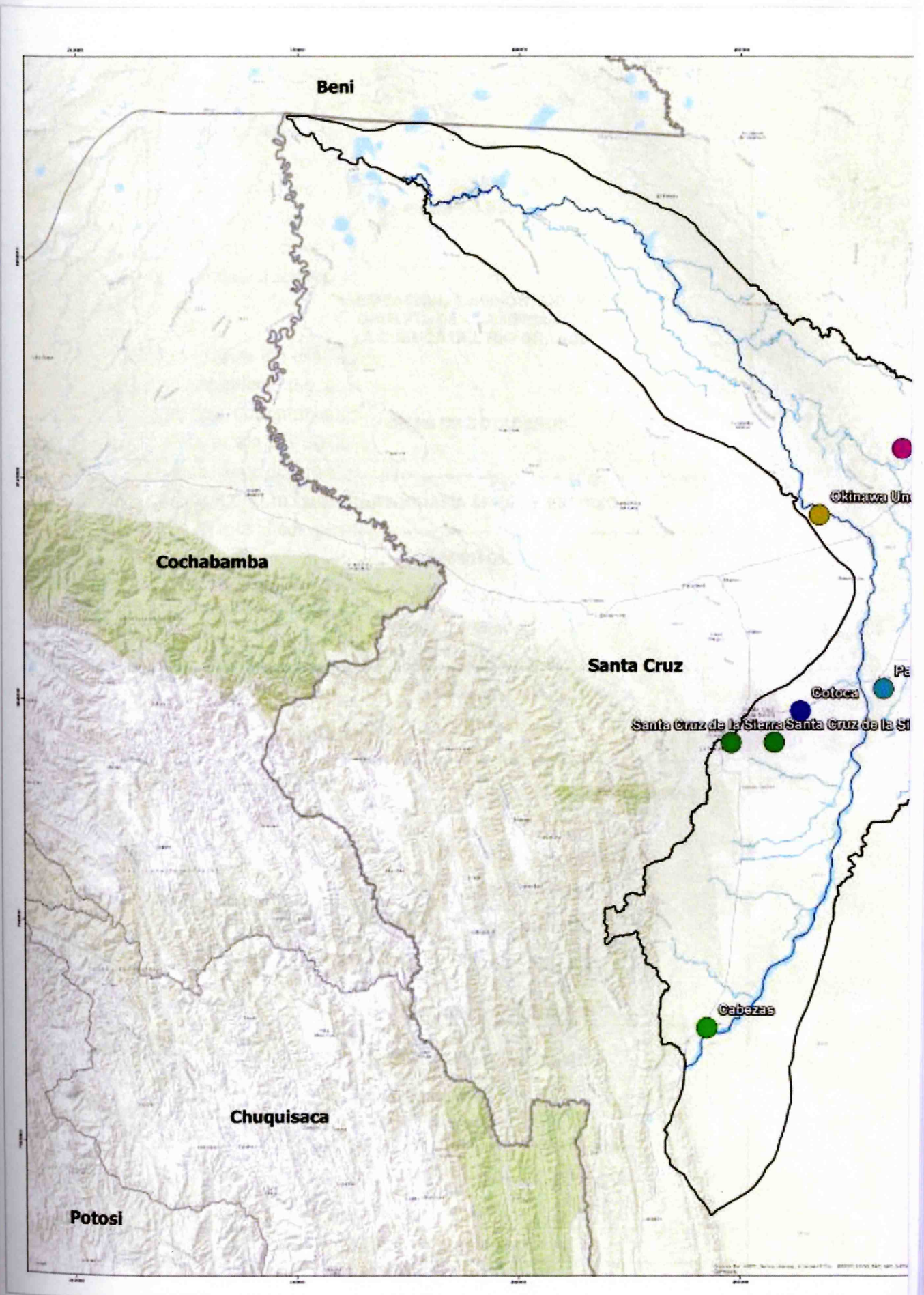
**CUENCA ALTA:** Charagua, Cabezas, La Guarida (no presenta colindancia con el cauce del río Grande), Santa Cruz de la Sierra, y Cotoca.

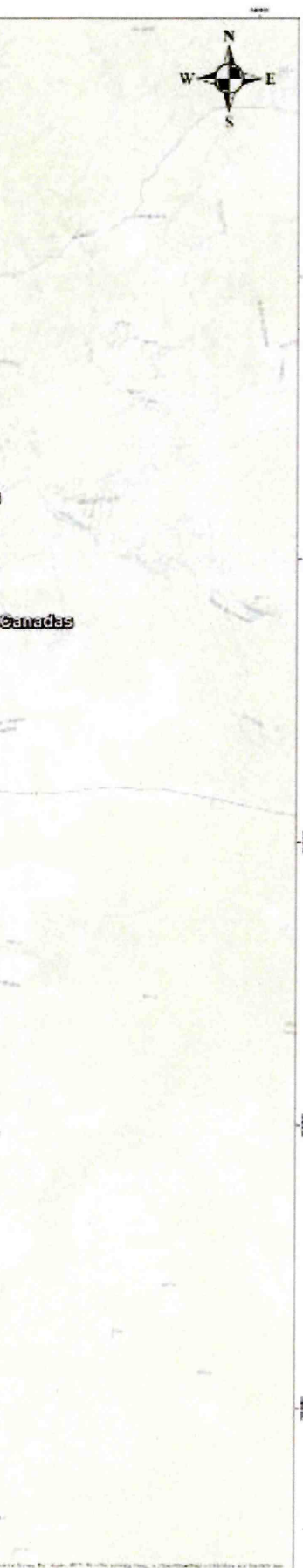
**CUENCA MEDIA:** Cabezas, Charagua, Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Pailón, Cuatro Cañadas, Okinawa Uno, San Julián San Julián y Fernández Alonso.

**CUENCA BAJA:** El Puente, San Pedro, San Julián, Santa Rosa del Sara, Fernández Alonzo, y cierta parte de Yapacani.

De los municipios señalados, solo el municipio de Santa Cruz de la Sierra cuenta con un relleno sanitario como método de disposición final para los residuos sólidos asimilables a domiciliarios, el resto de los municipios cuentan con botaderos a cielo abierto.

continuación, se presenta el siguiente mapa de ubicación de los botaderos a cielo abierto de los municipios que forman parte de la cuenca de estudio, con el fin de poder realizar una evaluación de los mismos y su posible incidencia en la calidad hídrica del río Grande.





Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**

Desarrollamos América Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE BOTADEROS**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencia**

**Botaderos**

Okinawa Uno

**Municipios**

Pailón

Cabezas

San Julián

Cotoca

Santa Cruz de la Sierra

Cuatro Canadas

Río Principal

Ríos Secundarios

Cuenca Rio Grande Santa Cruz

Limite Santa Cruz

Limites Departamental

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia

\* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)

Imagen Satelital

\* Esri: World Imagery Map

Delimitación de Cuenca

\*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Ericka Viviana Plata Salina

Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman

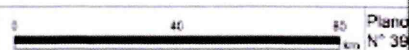
Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz

Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña

Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montañó Baldelomar

Fecha: Enero 2020  
Escala: 1:590,000

Sistema de Información Geográfica  
PROYECCIÓN: UTM WGS 84  
ZONA: 20 SUR



Plano  
N° 39

Considerando que un relleno sanitario es el método de disposición final aprobado en la Ley de Gestión Integral de Residuos Nro. 755, y que los mismos cuentan con medidas de mitigación y prevención para evitar impactos significativos sobre los factores ambientales, se excluye de la evaluación a los rellenos sanitarios de Normandía y el Relleno Sanitario San Miguel de los Junos, ambos pertenecientes al municipio de Santa Cruz de la Sierra, los cuales cuentan con su correspondiente Licencia Ambiental emitida por la Autoridad Ambiental Competente Departamental.

En función del análisis y evaluación espacial de la ubicación de los botaderos sobrepuestos a la cuenca de estudio, se establece que, debido a la distancia entre los botaderos y el cauce del río Grande, se descartan contaminaciones puntuales directas que pudieran afectar la calidad del cuerpo de agua ya sea por escorrentía de lixiviados o arrase de residuos sólidos. El botadero más próximo al cauce del río Grande, pertenece al municipio de Cabezas, el cual se ubica a una distancia de 4.600 m, situación que genere las condiciones necesarias para evitar una contaminación directa al cuerpo de agua del río grande.

Sin embargo, es importante señalar que la operación y permanencia de botaderos a cielos abierto generan una contaminación directa en las zonas donde se ubican, afectando la calidad del suelo, contaminación de acuífero por la infiltración de lixiviados, generación de vectores (moscas, ratones, mosquitos) y en menor grado emisiones de gases de efecto invernadero como el metano (descomposición de materia orgánica).

#### **4.4 Análisis del agua del curso receptor a ser clasificados**

En cumplimiento a los procedimientos establecidos en los acápite 3.2 (Determinación de puntos de muestreo de agua y parámetros de análisis), 3.3 (Parámetros de análisis) y 3.4 (Determinación del estado actual de la calidad del cuerpo de agua) del presente documento, se determinaron los resultados de laboratorio de la calidad hídrica del río Grande y afluentes principales, estos resultados corresponden a dos periodos estacionales: lluvia y estiaje. Los resultados obtenidos y su correspondiente interpretación se presentan a continuación:

#### 4.4.1 Periodo estación de lluvia

**Muestras testigos:** Estas muestras fueron realizadas en cuerpos de agua que dan inicio a la confirmación del cauce del río grande, sin embargo, estas no forman parte del cauce en si del río grande.

**Tabla 21**  
**Resultados de análisis físico químicos – Muestras Testigos**

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		MICROBIOLÓGICO	BA SICO	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (CI) METÁLICOS Y METALOIDES						CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS							
Cod. Lab	Cod	Municipio	DQO mg/l	DBO5 (mg/l)	Colifecales (UFC)	O D (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>1</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l) <sup>2</sup>	Clordano (µg/l)	Aldrin - Dieldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)
N° 071A/2020	MT-1	Saipina	64	25	200	57	<0,02	<0,02	0,03	<0,001	<0,01	0,01	0,12	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 068 A/2020	MT-2	Saipina	43	15	100	49	<0,02	<0,02	0,02	<0,001	<0,01	0,016	0,14	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 064 A/2020	MT-3	Comarapa	103	40	400	41	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 062 A/2020	MT-5	Moro Moro	146	58	4000	48	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,82	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 066A/2020	MT-4	Moro Moro	110	40	400	53	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,69	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 067A/2020	MT-6	Vallegrande	148	60	500	36	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,75	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 063A/2020	MT-7	Vallegrande	79	30	600	32	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,72	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides**, presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, por consiguiente, son asignados como CLASE A. Las concentraciones por debajo de los límites de cuantificación de los constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides, se debe a que en la zona correspondiente a las muestras testigos no se desarrollan ninguna actividad minera, industrial o de otra índole que pudiera generar este tipo de contaminantes.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos no metálicos** presentan valores de concentraciones que se enmarcan entre las CLASE A y Clase C. Con relación a los valores del fosfato, se evidencia que el 71% de las muestras, sus

<sup>1</sup> Cianuro

<sup>2</sup> Fosfato

concentraciones se enmarcan en la Clase C, concentración que es generada por arrastre de fertilizantes existente en el suelo, utilizados por las actividades agrícolas que se desarrollan en la zona de la cuenca.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes plaguicidas** presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, por consiguiente, son asignados como CLASE A. Sin embargo, es importante indicar que el grupo de plaguicidas que conforman este grupo, en la actualidad son prohibidos de importación en el país, siendo en muchos casos de ellos de nula producción a nivel mundial. En ese sentido, se recomienda no considerar este grupo de plaguicidas como indicadores de calidad, siendo que en la actualidad pudieran existir presencia de otros tipos de plaguicidas o agroquímicos en el agua, generando un dato falso en la interpretación sobre la presencia de agroquímicos en el agua.

Las concentraciones de la DQO y la DBO5, presentan concentraciones que sobrepasan los valores permisibles para todas las clases. Esta situación se debe a una contaminación orgánica generada por actividades agropecuarias, las cuales se realizan sobre el cordón ecológico del cuerpo de agua, estas actividades utilizan fertilizantes orgánicos que serían las fuentes de contaminación directa. Esta hipótesis se consolida con las concentraciones de saturación baja de oxígeno disuelto presenten en las muestras realizadas, asimismo se descarta que la fuente orgánica pudiera ser aguas residuales urbanas, ya que las concentraciones de coliformes fecales se enmarcan en una clase B.

Sin embargo, es de extrema importancia, señalar que la condición necesaria para darse este tipo de contaminación, está ligada al arrastre de los contaminantes por efectos de la escorrentía pluvial, que ocasionan que en los suelos de cultivo donde se aplican los productos de fertilizantes y la existencia de otros contaminantes orgánicos de origen naturales (excretas de animales) se dé la dilución de estos productos con el agua de origen pluvial y por medio de la escorrentía estos son introducidos al cauce del cuerpo de agua. Considerando que las tomas de muestras de agua se realizaron en el periodo de estación de lluvias, los datos de campo registran que el cauce de los cuerpos de agua sujetos a evaluación presentaba características de turbión (Afluencia o gran cantidad de algo que aparece o cae de golpe, con mucha fuerza y violencia).

**Cauce principal:** Estas muestras fueron realizadas sobre todo el cauce del río Grande, siendo estas un total de 44 muestras de agua recolectadas y abalizadas.

**Tabla 22**  
**Resultados de análisis físico químicos – Muestras en cauce principal**

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		MICRO BIOLÓGICO	BÁSI CO	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (C) METÁLICOS Y METALOIDES						CINCO METÁLICOS					CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS				
Cod. Lab	Cod	Municipio	DQO mg/l	DBO5 (mg/l)	Colifecales (UFC)	D (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	Clorido (µg/l)	Aldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)		
1648 A/2019	CP-1	Gutierrez	20	45	900	58	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.29	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1652 A/2019	CP-2	Cabezas	35	83	400	52	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 1651A/2019	CP-3	Cabezas	40	88	100	50	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.013	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1646A/2019	CP-4	Cabezas	20	51	300	51	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1647A/2019	CP-5	Cabezas	60	149	1100	48	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1649 A/2019	CP-6	La Guardia	15	33	800	50	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 140A/2020	CP-7	Santa Cruz	50	130	8000	57	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	0.07	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1650 A/2019	CP-8	La Guardia	40	102	500	45	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.17	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 139A/2020	CP-9	Santa Cruz	30	80	12000	56	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1188 A /2019	CP-10	Cotoeca	20	62	1400	40	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	11.2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 162A/2020	CP-11	Pailon	6	15	800	55	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 161A/2020	CP-12	Cotoeca	6	14	700	50	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1189 A /2019	CP-13	Cotoeca	15	38	900	60	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 160A/2020	CP-14	Cotoeca	7	16	1400	52	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	0.003	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 159A/2020	CP-15	Cotoeca	4	9	100	55	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1187 A /2019	CP-16	Cotoeca	5	11	1200	68	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 138A/2020	CP-17	Santa Cruz	60	143	15000	59	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 115A/2020	CP-18	San Julian	4	9	600	54	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 114A/2020	CP-19	Cuatro Cañadas	1	2	1300	48	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 113A/2020	CP-20	Cuatro Cañadas	2	6	1500	44	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1358 A/2019	CP-21	Okinawa Uno	10	23	300	56	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 110A/2020	CP-22	Okinawa Uno	3	8	2000	47	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 116A/2020	CP-23	Okinawa Uno	4	11	1800	40	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.11	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 111A/2020	CP-24	Okinawa Uno	5	13	900	55	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 109A/2020	CP-25	El Puente	4	11	1200	52	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
Nº 112A/2020	CP-26	San Julian	3	8	1000	52	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1317 A/2019	CP-27	General Saaved	5	11	400	55	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		
1318 A/2019	CP-28	General Saaved	5	10	300	60	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01		

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES ORGANICOS		MICRO BIOLOGICO	BA SI CO	CONSTITUYENTES INORGANICOS (CI) METALICOS Y METALOIDES						CINCO METALICOS					CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS				
Cod. Lab	Cod	Municipio	DQO mg/l	DBO5 (mg/l)	Coliformes (UFC)	D (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr-VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>3</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	Clorofila (µg/l)	Aldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)			
1319 A/2019	CP-29	Mineros	5	10	100	56	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			
Nº 170A/2020	CP-30	Santa Rosa	20	44	140	51	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,22	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
1320 A/2019	CP-31	Mineros	6	14	500	57	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 169A/2020	CP-32	Mineros	17	43	800	57	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	0,004	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 171A/2020	CP-33	Fernandez Alon.	20	48	130	42	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 164A/2020	CP-34	San Julian	9	20	500	55	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 165A/2020	CP-35	Fernandez Alon.	16	40	1600	51	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,22	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 163A/2020	CP-36	San Julian	6	15	400	57	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 166A/2020	CP-37	Fernandez Alon.	20	48	200	40	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,21	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 168 A/2020	CP-38	San Julian	13	29	300	49	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,12	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 167A/2020	CP-39	San Julian	15	39	350	51	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,16	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 108A/2020	CP-40	El Puente	5	13	2000	53	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 107A/2020	CP-41	El Puente	2	4	100	44	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 106A/2020	CP-42	El Puente	1	1	1300	56	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 118A/2020	CP-43	El Puente	3	6	1000	45	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,17	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				
Nº 117A/2020	CP-44	El Puente	3	7	1600	40	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01				

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides**, presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua. Considerando estos valores y aplicando la metodología señalada, son asignados como CLASE A. Es importante señalar que, la ausencia de concentraciones del grupo de parámetros señalados, se debe a la inexistencia en la zona correspondiente al cauce principal del río Grande (alta, media y baja) de actividades mineras, industriales o de otra índole que pudiera generar este tipo de contaminantes.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos no metálicos** presentan valores de concentraciones que se enmarcan entre las CLASE A y solo en una de las muestras el valor sobrepasa los límites permisibles para todas las clases (CP-10), sin embargo las muestra (CP-11) se encuentra dentro del rango de Clase A, siendo que la distancia entre puntos de muestreo es de solo 500 metros, lo que es probable que se hubiera dado un error de medición en la muestra que establece parámetros muy elevados.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes plaguicidas** presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua, considerando estos valores y aplicando la metodología señalada, son asignados como CLASE A. Sin embargo, es importante indicar que el grupo de plaguicidas que conforman este grupo, en la actualidad son prohibidos de importación en el país, siendo para muchos casos de ellos, de nula producción a nivel mundial. En ese sentido, se recomienda no considerar este grupo de plaguicidas como indicadores de calidad, siendo que en la actualidad pudieran existir presencia de otros tipos de plaguicidas o agroquímicos en el agua, generando un dato falso en la interpretación sobre la presencia de agroquímicos.

Es importante señalar que poblaciones como Abapo (municipio de Cabezas), Puerto Pailas (municipio de Cotocha), Montero Hoyos (Santa Cruz de la Sierra) presentan manchas urbanas asentadas en las proximidades del cauce del río grande, lo que genera una incidencia directa sobre su calidad, esta situación se debe a la carencia de sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de agua residual en estas poblaciones. Situación que conlleva a dichas poblaciones implementar sistemas de cámaras sépticas que en su gran mayoría direccionan sus efluentes hacia el cauce del río grande, a esta situación se suma que el sistema de drenaje de estas marchas urbanas presentar pendientes hacia el cauce del río Grande, generando el arrastre de residuos sólidos en situaciones de precipitación y posterior escorrentía.

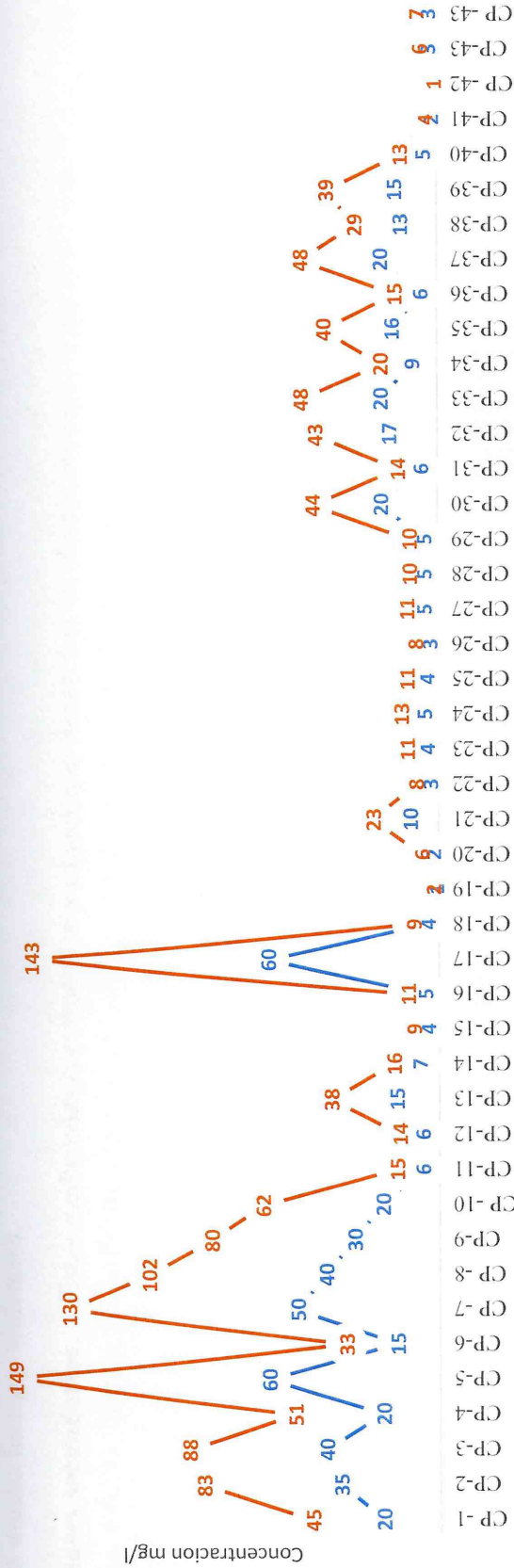
Esta hipótesis es validada en función a los resultados de laboratorio de los puntos de muestreo que se realizaron en el cauce del río Grande que atraviesan estas poblaciones, cuyos resultados de las concentraciones de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) presentan valores que sobrepasan los límites permisibles establecidas para todas clases del Anexo A-1 del Reglamento en Materia Contaminación Hídrica.

Con relación al grupo de los **constituyentes orgánicos**, se evidenció que el 75 % de las muestras (33 muestras) analizadas, presentan concentraciones de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) cuyos valores varían entre las CLASE C y D. Asimismo, el 18 % de las muestras (8 muestras) analizadas, presentaron valores de materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) que sobrepasaron todas las CLASES existentes.

Con relación al oxígeno disuelto, el 66 % de las muestras (29 muestras) analizadas, presentan valores que se enmarcan en la CLASE D, el restante 34% de las muestras presentan valores que sobrepasaron todas las CLASES existentes.

# COMPORTAMIENTO DBO5 VS DQO

— DBO5 — DQO



Puntos de Monitoreo sobre el cauce del río Grande

Como se puede observar en los puntos de monitoreo ubicados en la localidad de Abapo (CP-02 y CP-03) las concentraciones de la materia orgánica (DQO y DBO<sub>5</sub>) se incrementan significativamente en comparación al punto de monitoreo anterior (CP-01) al flujo del cauce del río Grande, asimismo en el punto de monitoreo posterior (CP-04), las concentraciones de la materia orgánica descienden a valores similares a los del punto CP-01. Este mismo comportamiento se repite en los puntos de monitoreo correspondiente a las localidades de Puerto Pailas y Montero Hoyos.

Sin embargo, es de extrema importancia, señalar que la condición necesaria para darse este tipo de contaminación, está ligada al arrastre de los contaminantes por efectos de la escorrentía pluvial, que ocasionan que en los suelos de cultivo donde se aplican los productos de

fertilizantes y la existencia de otros contaminantes orgánicos de origen naturales (excretas de animales) se dé la dilución de estos productos con el agua de origen pluvial y por medio de la escorrentía estos son introducidos al cauce del cuerpo de agua. Considerando que las tomas de muestras de agua se realizaron en el periodo de estación de lluvias, los datos de campo registran que el cauce de los cuerpos de agua sujetos a evaluación presentaba características de turbión (Afluencia o gran cantidad de algo que aparece o cae de golpe, con mucha fuerza y violencia).

**Causas secundarios:** Estas mediciones corresponden a cauces que tienen una incidencia indirecta (escorrentía superficial) hacia el cauce del río grande, sin embargo, estos cuerpos de agua se ubican en el interior de la cuenca de estudio, específicamente en la cuenca media.

**Tabla 23**  
**Resultados de análisis físico químicos – Muestras en cauces secundarios**

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		MICRO BIOLÓGICO	BÁ SICO	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS Y METALOIDES				CIÑO METÁLICOS		CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS						
Cod	Municipio	DQO mg/l	DBO5 (mg/l)	Colifescas (UFC)	O D (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr-VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>4</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	Clordano (µg/l)	Aldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)
N° 172A/2020	La Guardia	26	10	100	43	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	1,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 173A/2020	La Guardia	48	20	1500	57	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	0,003	1,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 174A/2020	Santa Cruz	151	60	10000	42	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 175A/2020	Santa Cruz	150	60	8000	26	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,58	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N° 176A/2020	Santa Cruz	25	10	1500	45	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	1,3	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes plaguicidas** presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua, considerando estos valores y aplicando la metodología señalada, son asignados como CLASE A. Sin embargo, es importante indicar que el grupo de plaguicidas que conforman este grupo, en la actualidad son prohibidos de importación en el país, siendo para muchos casos de ellos, de nula producción a nivel mundial. En ese sentido, se recomienda no considerar este grupo de plaguicidas como indicadores de calidad, siendo que en la actualidad

podrían existir presencia de otros tipos de plaguicidas o agroquímicos en el agua, generando un dato falso en la interpretación sobre la presencia de agroquímicos.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides**, presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua. Considerando estos valores y aplicando la metodología señalada, son asignados como CLASE A. Es importante señalar que, que la ausencia de concentraciones del grupo de parámetros señalados, se debe a la inexistencia en la zona sujeta a evaluación de actividades mineras, industriales o de otra índole que pudiera generar este tipo de contaminantes.

Se puede apreciar que en los puntos de muestras CS-1, CS-2 y CS5 los resultados obtenidos establecen que las concentraciones del Fosfato Total sobrepasan los valores de límites permisibles para todas las clases, la fuente de contaminación proviene de los fertilizantes utilizados en la zona agrícola asentada sobre el cordón ecológico del cuerpo de agua, los cuales por escurrimiento pluvial desembocan en el mismo, siendo este el drenaje natural de dicha zona (microcuenca). De igual manera, son estas actividades agrícolas que ocasionan que las concentraciones de la DQO y la DBO5 sobrepasen los valores de límites permisibles para todas las clases, debido al uso de fertilizantes y otros productos agropecuarios.

En la zona se encuentra operando la Planta de tratamiento de agua residuales urbanas PTAR SUR de SAGUAPAC, la cual cuenta con su correspondiente Licencia Ambiental emitida por la AACD. Con el fin de evaluar la incidencia de la PTAR sobre el cuerpo de agua donde descarga sus efluentes tratados, se realizaron tomas de muestras antes (CS-3) y después del punto de descarga (CS-04). Los resultados obtenidos establecen que la PTAR SUR de SAGUAPAC, no genera una afectación sobre el cuerpo de agua, es más por temas de dilución, la descarga de la PTAR SUR de SAGUAPAC, mejora condiciones de la concentración de los Colifécales (UFC).

#### **4.4.2 Periodo estación de estiaje**

Es importante señalar que en cumplimiento estricto del alcance espacial de los términos de referencia correspondiente a **CORRESPONDIENTE A LA CONSULTORÍA POR PRODUCTO DENOMINADO: CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO GRANDE**, la toma de muestras de agua realizadas en la época estacional de estiaje, se realizaron a los puntos relacionados al cauce principal del río Grande y cauces principales, se incorporaron nuevos puntos de muestreo (código CPN) sobre el cauce principal, reemplazando estos a la cantidad de muestras realizadas

a las de tipo testigo realizadas en el periodo estacional de lluvias. A continuación, se presentan los resultados e interpretaciones correspondientes:

**Cauce principal:** Estas muestras fueron realizadas sobre todo el cauce del río Grande, siendo estas un total de 44 muestras de agua recolectadas y abalizadas.

**Tabla 24**  
**Resultados de análisis físico químicos – Muestras en cauce principal**

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		MICROBIOLÓGICO	BA	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (CI) METÁLICOS Y METALOIDES						CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS					
Cod	Municipio	DQO mg/l	DBO5 (mg/l)	Colifecales (UFC)	OD (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>5</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	Clorofino (µg/l)	Aldrin-Dieldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)
Nº 454/2020	Gutiérrez	1	1	1	71	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 455/2020	Cabezas	20	46	100	72	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,08	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 456/2020	Cabezas	2	4	200	70	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 457/2020	Cabezas	1	3	100	66	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,29	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 459/2020	Cabezas	1	3	200	63	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 460/2020	Cabezas	1	2	300	63	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	0,7	<0,002	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 461/2020	Charagua	1	1	1	61	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 464/2020	Santa Cruz	2	4	600	61	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 465/2020	Santa Cruz	18	44	1600	15	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 466/2020	Pailon	4	7	800	62	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	0,026	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 467/2020	Cotoca	1	3	1000	61	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 468/2020	La Guardia	1	2	900	63	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,25	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 469/2020	Cotoca	1	2	700	62	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 470/2020	Cotoca	4	9	500	61	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	0,003	2,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 480/2020	El Puento	3	6	700	65	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,35	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 481/2020	Mineros	2	5	200	63	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,39	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 482/2020	San Julian	3	5	600	61	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,36	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 483/2020	Okinawa	1	3	800	50	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,33	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 484/2020	Okinawa uno	3	5	600	56	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,32	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nº 485/2020	Okinawa uno	1	1	900	53	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

DATOS GENERALES			CONSTITUYENTES ORGANICOS				MICRO BIOLÓGICO				BA SI CO				CONSTITUYENTES INORGANICOS (C) METÁLICOS Y METALOIDES						CI NO METÁLICOS					CONSTITUYENTES PLAGUICIDAS				
Cod. Lab	Cod	Municipio	DOO mg/l	DBO5 (mg/l)	Colifecales (UFC)	O D (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>5</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	Clorofila (µg/l)	Aldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)											
N°486/2020	CP20	Cuatro Cañadas	2	6	200	50	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°487/2020	CP19	Cuatro Cañadas	2	5	1000	60	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°488/2020	CP18	San Julian	4	10	700	61	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.34	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°489/2020	CP16	Cotoca	3	6	1000	73	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°490/2020	CP15	Cotoca	1	3	800	62	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.25	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°530/2020	CP10	Cotoca	1	2	1000	66	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.36	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°531/2020	CPN-7	Santa Cruz	1	2	700	64	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	0.04	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°532/2020	CP6	La Guardia	2	5	700	76	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°533/2020	CP7	Santa Cruz	2	4	700	79	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.21	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°534/2020	CP1	Gutiérrez	1	2	700	73	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°536/2020	CPN-2	Cabezas	1	3	700	70	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°538/2020	CP35	Fernandez Al	1	1	500	66	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°539/2020	CP23	Okinawa uno	4	9	800	60	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	0.004	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°560/2020	CP28	General Saa	4	10	400	73	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°561/2020	CP27	General Saa	3	5	700	69	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°562/2020	CP31	Mineros	3	7	700	71	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°563/2020	CP29	Mineros	1	3	1000	66	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.13	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°564/2020	CP30	Santa Rosa	3	5	400	72	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°565/2020	CP37	Fernandez A	1	2	500	73	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°566/2020	CP38	San Julian	1	3	900	69	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°567/2020	CP39	San Julian	1	3	800	66	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.16	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°568/2020	CP36	San Julian	1	1	700	72	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.18	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°569/2020	CP42	El Puente	1	1	1000	68	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°570/2020	CPN-42	El Puente	1	1	600	57	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.12	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°571/2020	CPN-43	El Puente	1	1	700	67	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°572/2020	CP43	El Puente	1	1	700	72	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°573/2020	CP44	El Puente	3	6	600	73	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.08	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°574/2020	CP34	San Julian	1	1	400	75	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.1	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°575/2020	CP33	Fernandez Al	1	1	700	71	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°576/2020	CP41	El Puente	1	1	1000	73	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											
N°577/2020	CP40	El Puente	1	2	800	70	<0.02	<0.02	<0.01	<0.001	<0.01	<0.002	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01											

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides**, presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua. Considerando estos valores y aplicando la metodología señalada, son asignados como CLASE A. Es importante señalar que, la ausencia de concentraciones del grupo de parámetros señalados, se debe a la inexistencia en la zona correspondiente al cauce principal del río Grande (alta, media y baja) de actividades mineras, industriales o de otra índole que pudiera generar este tipo de contaminantes.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos no metálicos** presentan valores de concentraciones que se enmarcan entre las CLASE A.

Las concentraciones de los parámetros del grupo de **constituyentes plaguicidas** presentan concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua, considerando estos valores y aplicando la metodología señalada, son asignados como CLASE A. Sin embargo, es importante indicar que el grupo de plaguicidas que conforman este grupo, en la actualidad son prohibidos de importación en el país, siendo para muchos casos de ellos, de nula producción a nivel mundial. En ese sentido, se recomienda no considerar este grupo de plaguicidas como indicadores de calidad, siendo que en la actualidad pudieran existir presencia de otros tipos de plaguicidas o agroquímicos en el agua, generando un dato falso en la interpretación sobre la presencia de agroquímicos.

Las concentraciones de constituyentes orgánicos agregados representados por los parámetros DQO y DBO<sub>5</sub>, proporcionan concentraciones que en un 90% se enmarcan en la clase A, seguida por valores de concentraciones que se enmarcan en la clase B (7%), el resto de las muestras se enmarcan en la clase C y D. No se registran concentraciones que sobrepasen los límites permisibles de descargas líquidas establecidos en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, situación que no existió en la campaña de muestreo en época de lluvias. Este cambio se debe a que en la campaña de muestreo en época estacional de lluvias se dieron las condiciones de arrastre de los contaminantes por efectos de la escorrentía pluvial, que ocasionaron que en las localidades señaladas que no cuentan con sistemas de drenaje y alcantarillado sanitario y sumando que en los suelos de cultivo donde se aplican los productos de fertilizantes y la existencia de otros contaminantes orgánicos de origen naturales (excretas de animales), se dé la dilución de estos productos con el agua de origen pluvial y por medio de la escorrentía estos fueron introducidos al cauce del cuerpo de agua. Las características hidráulicas del río Grande que presentó en el muestreo de la campaña en época estacional de estiaje fueron estables sin turbiones, razón por la cual no se dieron las condiciones para el arrastre e incorporación de contaminantes al cauce del río Grande.

Con relación a los valores de las concentraciones de los coliformes fecales obtenidos, estos se enmarcan en la Clase B y C, y en las nacientes las concentraciones se enmarcan en la Clase A. Sin embargo, es importante señalar que gran parte de los valores que se encuentran en la Clase B, estos están muy próximos en alcanzar los valores de la Clase C.

Con relación al oxígeno disuelto, el 31 % de las muestras (16 muestras) analizadas, presentan valores que se enmarcan en la CLASE B, el 53 % (27 muestras) se enmarcan en CLASE C, el 13 % (7 muestras) se enmarcan en CLASE D y el restante 3% de las muestras presentan valores que sobrepasaron todas las CLASES existentes.

**Causes secundarios:** Estas mediciones corresponden a cauces que tienen una incidencia indirecta (escorrentía superficial) hacia el cauce del río grande, sin embargo, estos cuerpos de agua se ubican en el interior de la cuenca de estudio, específicamente en la cuenca media.

**Tabla 25**  
**Resultados de análisis físico químicos – Muestras en cauces secundarios**

DATOS GENERALES		CONSTITUYENTES ORGÁNICOS		MICRO BIOLÓGICO	BA SI CO	CONSTITUYENTES INORGÁNICOS (CI) METÁLICOS Y METALOIDES						CONSTITUYENTES PLÁGUICIDAS							
Cod. Lab	Cod	Municipio	DQO mg/l	DBO5 (mg/l)	Colifecales (UFC)	O D (%)	AS (mg/l)	Cd (mg/l)	Cr+VI (mg/l)	Hg (mg/l)	Pb (mg/l)	CN (mg/l) <sup>6</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	Cloruro (µg/l)	Aldrin (µg/l)	DDT (µg/l)	Endrin (µg/l)	Malatión (µg/l)	Paratión (µg/l)
N°527/2020	CS-1	La Guardia	3	5	1100	67	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,42	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
N°529/2020	CS-2	La Guardia	1	1	900	70	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	0,003	0,35	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
N°528/2020	CS-3	Santa Cruz	1	1	800	64	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,27	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
N° 458/2020	CS-4	Santa Cruz	1	2	1	65	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	<0,002	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
N°535/2020	CS-5	Santa Cruz	2	4	500	73	<0,02	<0,02	<0,01	<0,001	<0,01	0,018	0,85	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	

<sup>6</sup> Cianuro

## 4.5 Condiciones biológicas

### 4.5.1 Línea base limológica

#### - **Composición de la fauna de los macroinvertebrados acuáticos en la Cuenca Alta del Río Grande:**

En el cauce del Río Grande se recolectaron y se identificaron un total de 5.157 organismos, se establecieron 8 puntos en la cuenca alta del Río Grande. La fauna de macroinvertebrados acuáticos estaban agrupados en 3 Phylum, 6 Clases, 14 Órdenes y 41 Familias. Se determinó que los órdenes Díptera (69 %), Coleóptera (6 %) y Hemiptera (1 %), fueron los más abundantes (Figura 18 A). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Chironomidae (2876 ind.), Culicidae (475 ind.) y Leptohiphidae (472 ind.).

Por otra parte, en los afluentes, se contabilizo 5047 individuos, pertenecientes a 3 Phylum, 6 Clases, 14 Órdenes y 34 Familias. Se determinó que los órdenes Díptera (90%), Coleóptera (7 %) y Ephemeroptera (2%) fueron los más abundantes (Figura 18 B). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Chironomidae (2864 ind.), Culicidae (475 ind.) y Ceratopogonidae (135 ind.)

A continuación, se muestra el análisis de los macroinvertebrados acuáticos por puntos de muestreos del cauce del río Grande y sus afluentes, solo mencionaremos a las familias con mayores abundancias (Tabla 11).

- **Punto CP-1 Río Grande (Gutiérrez),** se identificó 14 individuos correspondientes a 1 Phylum, 1 Clases, 5 Órdenes y 8 Familias, las más abundantes fueron Leptohiphidae (4 ind.), Leptophlebiidae (3 ind.), y Ceratopogonidae (2 ind.).
- **Punto CP-2 Río Grande (Cabezas),** se encontraba compuesta por 31 individuos correspondientes a 2 Phylum, 3 Clases, 7 Órdenes y 11 Familias, las más abundantes fueron Leptoceridae (12 ind.), Baetidae (5 ind.), y Lutrochidae (4 ind.).
- **Punto CP-3 Quebrada-Afluente (Cabezas),** la fauna de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 20 individuos, en este punto se registró 3 Phylum, 5 Clases, 6 Órdenes y 8 Familias las más abundantes fueron Tubificidae (8 ind.) y Chironomidae (5 ind.).
- **Punto CP-4 Río Grande (Charagua),** se encontró un total de 2 individuos, conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 1 Órdenes y 2 Familias (Ceratopogonidae, Chironomidae), cada una con 1 individuo.
- **Punto CP-5 Río Grande (Charagua),** se encontró un total de 2 individuos, conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 1 Órdenes y 2 Familias (Ceratopogonidae, Chironomidae), cada una con 1 individuo.
- **Punto CP-6 Río Grande (Cabezas),** se contabilizo 8 individuos correspondientes a 1 Phylum, 1 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, las más abundantes fueron Gelastocoridae (4 ind.), y Chironomidae (2 ind.).

- **Punto CP-7 Río Grande (Cabezas)**, se identificó 17 individuos, compuesta por 1 Phylum, 1 Clases, 4 Órdenes y 6 Familias la más abundante fue Elmidae registrando 10 ind.
- **Punto CP-8 Río Grande (Cabezas)**, se encontró un total de 2 individuos, conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 1 Órdenes y 2 Familias (Ceratopogonidae, Chironomidae), cada una con 1 individuo.
- **Punto CS-1 Quebrada-Afluyente (Gutiérrez)**, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 168 individuos, en este punto se registró 3 Phylum, 4 Clases, 10 Órdenes y 18 Familias las más abundantes fueron Chironomidae (90 ind.), Ceratopogonidae (15 ind.), y Glossiphoniidae (11 ind.).
- **Punto CS-2 Afluyente (La Guardia)** se registró 26 individuos conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 2 Órdenes y 3 Familias con mayores dominancias fueron Leptophlebiidae (15 ind.) y Baetidae (5 ind.).
- **Punto CS-3 Río Peji (La Guardia)**, estaba compuesto por 2811 individuos distribuidos en 2 Phylum, 5 Clases, 12 Órdenes y 26 Familias, las más abundantes fueron Chironomidae (787 ind.), Culicidae (474 ind.), y Ceratopogonidae (118 ind.).
- **Punto CS-4 Arroyo Los Sauces (Santa Cruz de la Sierra)**, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 2068 individuos, en este punto se registró 3 Phylum, 3 Clases, 8 Órdenes y 20 Familias las más abundantes fueron Chironomidae (1987 ind.), y Psychodidae (25 ind.).
- **Punto CS-5 Río Pantano (La Guardia)**, se encontraba compuesta por 302 individuos correspondientes a 3 Phylum, 7 Clases, 12 Órdenes y 17 Familias, las más abundantes fueron Baetidae (210 ind.), y Chironomidae (50 ind.).

**Tabla 26. Riqueza y abundancia de cada punto de muestreo del cauce del Río Grande Cuenca Alta y afluentes**

Puntos de Muestreo	Cuerpo de Agua	Cuenca	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
CP-1	Río Grande	Alta	8	14	0.8265
CP-2	Río Grande	Alta	11	31	0.7929
CP-3	Quebrada-Afluyente	Alta	8	20	0.7550
CP-4	Río Grande	Alta	2	2	0.5000
CP-5	Río Grande	Alta	2	2	0.5000
CP-6	Río Grande	Alta	4	8	0.6563
CP-7	Río Grande	Alta	6	17	0.6159
CP-8	Río Grande	Alta	2	2	0.5000
CS-1	Quebrada-Afluyente	Alta	18	168	0.6926
CS-2	Quebrada-Afluyente	Alta	3	26	0.6500

Puntos de Muestreo	Cuerpo de Agua	Cuenca	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
CS-3	Río Peji	Alta	26	2811	0.8157
CS-4	Arroyo Los Sauces	Alta	20	2068	0.0765
CS-5	Río Pantano	Alta	17	302	0.4872

Fuente: Elaboración propia

### Composición de la fauna de los macroinvertebrados acuáticos en la Cuenca Media del Río Grande:

La composición de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos, colectados en el cauce del río grande cuenca media, en los 10 puntos de muestreos se identificó un total de 204 individuos la comunidad de macroinvertebrados está representada por 3 Phylum, 4 Clases, 9 Ordenes y 14 Familias. Se determinó que los órdenes Ephemeroptera (55%), Díptera (20%), y Coleoptera (15 %), fueron los más abundantes (Figura 20 A). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Leptophlebiidae (90 ind.), Ceratopogonidae (28 ind.), Baetidae (23 ind.).

En los afluentes se evaluaron dos puntos se colectaron 1492 individuos, se encuentran distribuidos 3 Phylum, 6 Clases, 11 Ordenes y 18 Familias. Se determinó que los órdenes Díptera (92 %), Basomatophora (3%), y Glossiphoniforme (2 %), fueron los más abundantes (Figura 20 B). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Chironomidae (1375 ind.), Planorbidae (47 ind.), Glossiphoniidae (30 ind.).

- **Punto CP-9 Río Grande (Santa Cruz de la Sierra)**, se identificó 146 individuos correspondientes a 1 Phylum, 1 Clases, 5 Órdenes y 8 Familias, las más abundantes fueron Baetidae (110 ind.), y Leptophlebiidae (25 ind.).
- **Punto CP-10 Río Grande (Cotoca)**, se identificó 10 individuos correspondientes a 1 Phylum, 1 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Veliidae registrando 4 individuos.
- **Punto CP-11 Río Grande (Cuatro Cañadas)**, se identificó 5 organismos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Tipulidae, registrando 4 individuos.
- **Punto CP-12 Río Grande (General Saavedra)**, se encontró un total de 82 individuos, conformado por 2 Phylum, 3 Clases, 6 Órdenes y 6 Familias con mayores dominancias fueron Leptophlebiidae (18 ind.) y Ceratopogonidae (5 ind.).
- **Punto CP-13 Río Grande (Mineros)**, se registró 21 individuos con 2 Phylum, 4 Clases, 6 Órdenes y 8 Familias, las más abundantes fueron Leptophlebiidae con 13 ind. y Ceratopogonidae con 2 individuos registrado.

- **Punto CP-15 Río Grande (Cotoca)**, se identificó 14 individuos correspondientes a 2 Phylum, 4 Clases, 4 Órdenes y 6 Familias, las más abundantes fueron Chironomidae (6 ind.), Elmidae (3 ind.), y Leptophlebiidae (2 ind.).
- **Punto CP-17 Río Grande (Santa Cruz de la Sierra)**, la colectividad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 4 individuos, en este punto se registró 1 Phylum, 1 Clases, 2 Órdenes y 4 Familias (Leptophlebiidae, Baetidae, Ceratopogonidae, Chironomidae), cada una con 1 individuo.
- **Punto CP-18 Río Grande (Cuatro Cañadas)**, se identificó 5 organismos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Tipulidae, registrando 4 individuos.
- **Punto CP-21 Río Grande (Okinawa)**, se registró 26 individuos conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 2 Órdenes y 3 Familias con mayores dominancias fueron Leptophlebiidae (15 ind.) y Baetidae (5 ind.).
- **Punto CP-22 Río Grande (Okinawa)**, se registró 26 individuos conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 2 Órdenes y 3 Familias con mayores dominancias fueron Leptophlebiidae (15 ind.) y Baetidae (5 ind.).
- **Punto CP-27 Río Grande (San Julián)**, se encontró un total de 176 individuos, conformado por 2 Phylum, 3 Clases, 6 Órdenes y 6 Familias con mayores dominancias fueron Leptophlebiidae (18 ind.) y Ceratopogonidae (5 ind.).
- **Punto CP-29 Río Grande (San Julián)**, se registró 21 individuos con 2 Phylum, 4 Clases, 6 Órdenes y 8 Familias, las más abundantes fueron Leptophlebiidae con 13 ind. y Ceratopogonidae con 2 individuos registrado.
- **Punto CP-30 Río Grande (San Julián)**, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 4 individuos, en este punto se registró 1 Phylum, 1 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias (Leptophlebiidae, Baetidae, Ceratopogonidae, Elmidae), cada una con 1 individuo.
- **Punto CS-6 Quebrada-Afluente (Cotoca)**, conformado por 1451 individuos, 3 Phylum, 6 Clases, 9 Órdenes y 15 Familias, las más abundantes fueron Chironomidae (1365 ind.), Glossiphoniidae (30 ind.), y Planorbidae (25 ind.).
- **Punto CS-7 Río Yapacaní (Yapacaní)**, se registró 41 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 7 Órdenes y 8 Familias, las más abundantes fueron Planorbidae (22 ind.) y Chironomidae (10 ind.).

**Tabla 27. Riqueza y abundancia de cada punto de muestreo Cuenca Media**

Puntos de Muestreo	Cuerpo de Agua	Cuenca	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
CP-9	Río Grande	Media	8	146	0,4018
CP-10	Río Grande	Media	4	10	0,72
CP-11	Río Grande	Media	4	5	0,72
CP-12	Río Grande	Media	6	82	0,5459
CP-13	Río Grande	Media	8	21	0,5941
CP-15	Río Grande	Media	6	14	0,7347
CP-17	Río Grande	Media	4	4	0,75
CP-18	Río Grande	Media	4	5	0,72
CP-21	Río Grande	Media	3	26	0,5178
CP-22	Río Grande	Media	3	26	0,5178
CP-27	Río Grande	Media	6	176	0,5459
CP-29	Río Grande	Media	8	21	0,5941
CP-30	Río Grande	Media	4	4	0,75
CS-6	Quebrada Cotoca-Afluente	Media	15	1451	0,1142
CS-7	Río Ypacani	Media	8	41	0,6401

Fuente: Elaboración propia

**Composición de la fauna de los macroinvertebrados acuáticos en la Cuenca Baja del Río Grande:**

La composición de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos, colectados en cauce del río Grande cuenca baja, en los puntos de muestreos se identificó un total de 233 organismos, la comunidad de macroinvertebrados estuvo representada por 3 Phylum, 7 Clases, 13 Ordenes y 30 Familias. Se determinó que los órdenes Díptera (46 %), Coleóptera (20%) y Hemíptera (12%) fueron los más abundantes (Figura 22 A). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Chironomidae (413 ind.), Corixidae (119 ind.), Gyrinidae (99 ind.), y Veliidae (56 ind.).

En los afluentes se evaluaron dos puntos se colectaron 166 individuos, se encuentran distribuidos 3 phylum, 5 clases, 9 órdenes y 15 familias. Se determinó que los órdenes Díptera (81 %), Haplotaxida (5%), y Ephemeroptera (4 %), fueron los más abundantes (Figura 22 B). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Chironomidae (118 ind.), Polymitarciidae (15 ind.), Ceratopogonidae (6 ind.)

- **Punto CP-32 Río Grande (El Puente)**, se encontró 117 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 6 Órdenes y 11 Familias, la más abundante fue Gyridae registrando 98 individuos.
- **Punto CP-34 Río Grande (El Puente)**, se encontró 53 individuos correspondientes a 3 Phylum, 3 Clases, 7 Órdenes y 17 Familias, la más abundante fue Chironomidae registrando 8 individuos
- **Punto CP-35 Río Grande (San Pedro)**, se registró 9 individuos correspondientes a 2 Phylum, 3 Clases, 5 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Veliidae registrando 5 individuos.
- **Punto CP-36 Río Grande (San Julián)**, se encontró 5 organismos correspondientes a 2 Phylum, 3 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Planorbidae, registrando 2 individuos.
- **Punto CP-37 Río Grande (San Pedro)**, se capturó 20 organismos correspondientes a 1 Phylum, 3 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Chironomidae, registrando 17 individuos.
- **Punto CP-38 Río Grande (San Pedro)**, se encontró 10 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 4 Órdenes y 6 Familias, la más abundante fue Noteridae registrando 4 individuos
- **Punto CP-39 Río Grande (El Puente)**, se encontró 12 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 4 Órdenes y 41 Familias, la más abundante fue Ampullariidae registrando 9 individuos.
- **Punto CP-40 Río Grande (San Pedro)**, se encontró 16 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 3 Órdenes y 4 Familias, la más abundante fue Gyridae 9 individuos
- **Punto CP-43 Río Grande (El Puente)**, se encontró 108 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 7 Órdenes y 15 Familias, la más abundante fue Chironomidae registrando 60 individuos
- **Punto CS-8 Río Pailas (El Puente)** se encontró un total 157 individuos, conformado por 2 Phylum, 3 Clases, 6 Órdenes y 12 Familias. La familia Chironomidae fue la más abundante con 117 individuos.
- **Punto CS-9 Arroyo Aguas negras (San Pedro)** se encontró un total 9 individuos, conformado por 2 Phylum, 3 Clases, 5 Órdenes y 5 Familias. La familia Veliidae fue la más abundante con 5 individuos.

**Tabla 28. Riqueza y abundancia de cada punto de muestreo Cuenca Baja**

Puntos de muestreo	Cuerpo de Agua	Cuenca	Taxa_S	Individuos	Simpson_1-D
CP-32	Río Grande	Baja	11	117	0.4900
CP-34	Río Grande	Baja	17	53	0.9078
CP-35	Río Grande	Baja	4	9	0.5625
CP-36	Río Grande	Baja	4	5	0.72
CP-37	Río Grande	Baja	4	20	0.27
CP-38	Río Grande	Baja	6	10	0.76
CP-39	Río Grande	Baja	4	12	0.4167
CP-40	Río Grande	Baja	4	16	0.6016
CP-43	Río Grande	Baja	15	107	0.6593
CS-8	Río Pailitas	Baja	12	157	0.4318
CS-9	Arroyo Aguas negras	Baja	4	8	0.5625

Fuente: Elaboración propia

**Composición de la fauna de macroinvertebrados acuáticos Muestras Testigo:**

La composición de la comunidad de los macroinvertebrados acuáticos, en los cuerpos de agua evaluados estos son consideramos muestras testigos ya que se encuentran en el límite de la cuenca alta, siendo de gran importancia ya que son los principales aportantes de agua al cauce del río Grande, para el análisis general se engloba en un solo producto.

Se evaluó 10 puntos cada punto corresponde a un sistema hídrico diferente, en el muestreo se identificó un total de 2306 organismos, la comunidad de macroinvertebrados estuvo representada por 4 Phylum, 7 Clases, 16 Ordenes y 49 Familias. Se determinó que los órdenes Ephemeroptera (38 %), Díptera (17 %) y Hemiptera (13%) fueron los más abundantes (Figura 24). Las familias que registraron el mayor número de organismos fueron: Leptohyphidae (463 ind.), Chironomidae (3334 ind.), Elmidae (212 ind.) y Naucoridae (202 ind.).

A continuación, se muestra el análisis de los macroinvertebrados acuáticos por puntos de muestros de muestras testigo, solo mencionaremos a las familias con mayores abundancias.

- **Punto MT-1**, la colectividad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 18 individuos, en este punto se registró 1 Phylum, 1 Clases, 4 Órdenes y 7 Familias las más abundantes fueron Oligoneuriidae (8 ind.), Tipulidae y Chironomidae registrando 2 individuos cada familia.
- **Punto MT-2 Río Grande (Pucará)**, se identificó 7 organismos correspondientes a 1 Phylum, 1 Clases, 2 Órdenes y 2 Familias, la más abundante fue Hydropsychidae, registrando 5 individuos.

- **Punto MT-3 Río Grande (Vallegrande)**, se encontró 67 individuos correspondientes a 2 Phylum, 2 Clases, 8 Órdenes y 11 Familias, las más abundantes fueron Hydropsychidae (35 ind.), y Chironomidae (12 ind.).
- **Punto MT-4 Río Piraymiri-Chorrillo (Vallegrande)**, la comunidad de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 614 individuos, en este punto se registró 1 Phylum, 3 Clases, 10 Órdenes y 23 Familias las más abundantes fueron Leptohiphidae (252 ind.), Elmidae (106 ind.) y Chironomidae (65 ind.).
- **Punto MT-5** se identificó 10 individuos correspondientes a 1 Phylum, 1 Clases, 4 Órdenes y 4 Familias, las más abundantes fueron Hydropsychidae (6 ind.) y Chironomidae (6 ind.).
- **Punto MT-6 Río Masicuri (Vallegrande)**, la fauna de macroinvertebrados acuáticos está compuesta por 100 individuos, en este punto se registró 1 Phylum, 1 Clases, 6 Órdenes y 11 Familias las más abundantes fueron Chironomidae (60 ind.), Culicidae (15 ind.) y Baetidae (12 ind.).
- **Punto MT-7 Quebrada (Vallegrande)**, se registró 177 individuos conformado por 1 Phylum, 1 Clases, 7 Órdenes y 22 Familias con mayores dominancias fueron Elmidae (39 ind.) y Baetidae (26 ind.).
- **Punto MT-8 Río Piraymiri-Bajo (Vallegrande)**, conformado por 527 individuos, 1 Phylum, 2 Clases, 8 Órdenes y 20 Familias, las más abundantes fueron Tricorythidae (164 ind.), Chironomidae (130 ind.) y Leptohiphidae (66 ind.).
- **Punto MT-9 Arroyo (Samaipata)**, se registró 647 individuos con 4 Phylum, 7 Clases, 21 Órdenes y 35 Familias, las más abundantes fueron Leptohiphidae (121 ind.), Naucoridae (113 ind.) e Hydropsychidae (89 ind.).
- **Punto MT-10 Río Vilca (Postrer Valle)**, se encontró un total de 139 individuos, conformado por 1 Phylum, 2 Clases, 8 Órdenes y 16 Familias con mayores dominancias fueron Naucoridae (43 ind.), Elmidae (40 ind.) y Chironomidae (20 ind.).

#### **Calidad del agua mediante el Índice BMWP/Bol:**

El resultado del índice biótico BMWP/Bol, en la época húmeda, para el área de la cuenca del Río Grande en el departamento de Santa Cruz indica lo siguiente:

- **Cuenca Alta**, los afluentes que descargan sus aguas al cauce del Río Grande se identifican las siguientes clases: se reporta un punto con **Clase I** en el punto CS-3 (arroyo Peji) que indica que son aguas muy limpias con buena calidad, 3 puntos que corresponde a la **Clase II** (CS-1, CS-2, CS-5) donde se evidencia algún efecto de contaminación o perturbación, 2 puntos de **Clase III** (CS-6 y CS-7) indica que son aguas contaminadas. Por otra parte, el cauce del río Grande la calidad de agua va desde **Clase III** en 2 puntos (CP-1 y CP-2) que indica que son aguas contaminadas, **Clase IV** con 3 puntos (CP-3, CP-6, CP-7) señalando que las aguas están muy

contaminadas y **Clase V** con 2 puntos (CP-4, CP-5, CP-8) con aguas fuertemente contaminadas.

- **Cuenca -Media**, se evaluó un afluente el arroyo Los Sauces es un receptor de agua de uso domesticas e industriales, de acuerdo, a la calificación del índice BMWP/Bol se encuentra en **Clase II** (CS-4) donde se evidencia algún efecto de contaminación o perturbación. En el cauce del Río Grande se identifican 3 puntos de **Clase III** (CP-9, CP-13, CP-29) lo cual indica que son aguas contaminadas, en la **Clase IV** existen 10 puntos (CP-10, CP-11, CP-12, CP-15, CP-17, CP-10, CP-21, CP-22, CP-27, CP-30) que contienen aguas muy contaminadas.
- **Cuenca Baja**, se evaluó dos afluentes estos también descargan sus aguas al cauce del Río Grande; uno se encuentra en **Clase II** río Pailitas (CS-8) donde se evidencia algún efecto de contaminación o perturbación, el afluente denominado Aguas negras (CS-9) **Clase III** lo cual indica que son aguas contaminadas. En el cauce del Río Grande se identifican 2 puntos de **Clase II** (CP-32, CP-43) donde se evidencia algún efecto de contaminación o perturbación, un punto de **Clase III** (CP-34) lo cual indica que son aguas contaminadas, en la **Clase IV** existen 5 puntos (CP-35, CP-36, CP-38, CP-39, CP-41) que contienen aguas muy contaminadas, reportan 2 puntos de Clase V (CP-37, CP-40) señala que las aguas están fuertemente contaminadas
- **Muestras Testigo**, se registran 4 punto de **Clase I** en el punto (MT-4, MT-7, MT-8, MT-9) que indica que son aguas muy limpias con buena calidad; Dos puntos se encuentra en **Clase II** (MT-3, MT-10) donde se evidencia algún efecto de contaminación o perturbación, dos puntos con **Clase III** (MT-1, MT-6), en la **Clase IV** existen 1 puntos (MT-8) que contienen aguas muy contaminadas.

300000

390000

480000

8220000

8130000

8040000

7950000

7860000

Beni

Cochabamba

Santa Cruz

Chuquisaca

Potosi

CP-39 CP-40

CS-9

CP-43 CP-34

CP-37

CP-38

CP-35

CP-41

CS-8

CP-32

CP-36

CP-30

CP-29

CP-18

CP-27

CP-12

CP-22

CP-21

CP-15

CP-11

CP-17

CS-6

CP-10

CS-4

CS-2

CS-5

CS-3

MT-1

MT-9

GP-9

MT-10

MT-4

MT-8

MT-8

MT-7

MT-2

MT-6

MT-3

CP-7

CP-6

CP-2

CP-3

CS-1

GP-1

CP-8

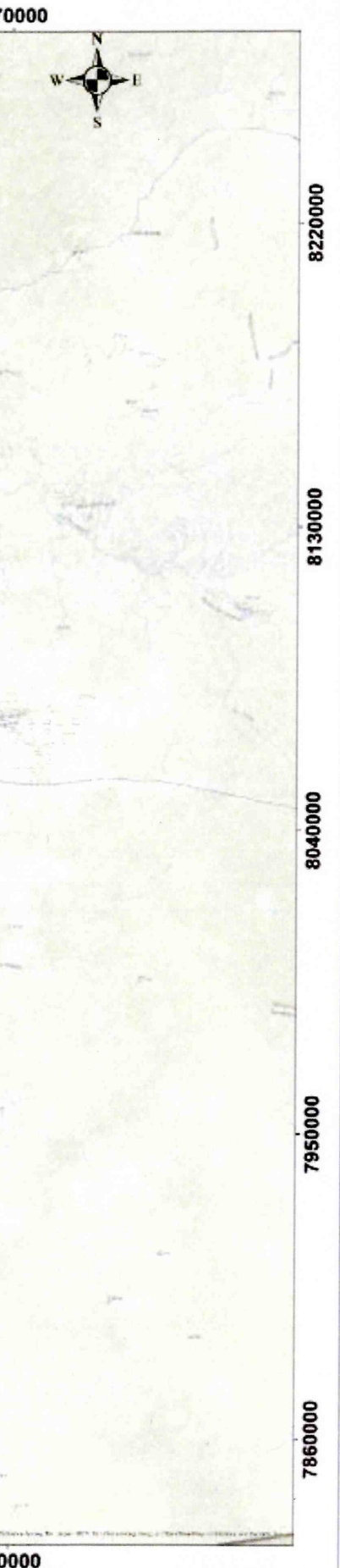
CP-5

CP-4

300000

390000

480000



Gobierno  
Autónomo  
Departamental  
Santa Cruz



**CAVE SRL**  
Desarrollamos América Verde

**"CARACTERIZACIÓN, DIAGNÓSTICO INTEGRAL Y  
PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE  
LA CUENCA DEL RÍO GRANDE"**

**MAPA DE CALIDAD ACUATICA  
UTILIZANDO EL INDICE  
BMWP/Bol**

**CARTOGRAFÍA ÁREA DE ESTUDIO**

**Referencias**

	Río Principal		
	Ríos Secundarios		
	Cuenca Río Grande Santa Cruz		
	Limite Santa Cruz		
	Limites Departamental		
	Baja (235,01 - 154,58 msnm)		
	Media (356,63 - 235,01 msnm)		
	Alta (2.133-356,63 msnm)		

<b>Calidad Acuatica</b>	
<b>Descripción</b>	
	Aguas muy limpias
	Se evidencia algún efecto de contaminación
	Aguas contaminadas
	Aguas muy contaminadas
	Aguas fuertemente contaminadas

**FUENTE DE LA INFORMACIÓN**

Centro Digital de Recursos Naturales de Bolivia  
 \* Limite Municipal, Instituto Nacional de Estadística (2004)  
 \* Datos de Precipitación: Senamhi  
 Imagen Satelital  
 \* Esri: World Topographic Map  
 Delimitación de Cuenca  
 \*ACUERDO POR EL AGUA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ

**SUPERVISIÓN GAD SANTA CRUZ**

Directora de Calidad Ambiental.- Ing. Encka Viviana Plata Salina  
 Supervisor DICAM.- Ing. Mauricio López Hurtado

**CONSULTORA AMERICA VERDE (Cave S.R.L.)**

Especialista en HIDROLOGIA.- Ing. Msc. Boris S. Hinojosa Guzman  
 Tecnico SIG y TELEDETECCION.- Ing. Marcos Oliver Zeballos Cruz  
 Tecnica AMBIENTAL.- Ing. Sonia Flores Acuña


Aprobó: Ing. Ambiental Marco Antonio Montañó Baldelomar

Fecha: Enero 2020	Sistema de Información Geográfica	0	40	80	Plan
Escala: 1:600 000	PROYECCIÓN: UTM WGS 84	[Scale bar]		ZONA: 20 SUR	15

En los párrafos siguientes se hace una descripción de la calidad de agua agrupando los puntos de evaluación, de acuerdo a los colores de clasificación como indica el protocolo del índice.

Las estaciones de evaluación que integran la **Clase I (Color azul)**, estuvieron los puntos CS-3 (Río Peji), MT-9 (Arroyo), MT-4 (Río Pirayimiri), MT-7 (Quebrada Pirayimiri) y MT-8 (Río Pirayimiri-bajo) presentando aguas muy limpias de buena calidad, registrándose a las familias: Leptoceridae, Hydropsychidae, Odontoceridae, Helicopsychidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae (Orden Trichoptera), Psephenidae (Orden Coleoptera), Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Baetidae (Orden Ephemeroptera), Athericidae y Simuliidae (Orden Diptera) consideradas como bioindicadores de aguas con buena salud ecológica y que albergan organismos sensibles a perturbaciones antrópicas (Tabla 15).


**Tabla 29. Resultado del Índice BMWP/Bol Clase I**

Código	Cuerpo de agua	Clase	Calidad	BMWP	Puntuación	Significado	Color
CS-3	Río Peji	I	Buena	> 101	104	Aguas muy limpias	
MT-9	Arroyo				202		
MT-4	Río Pirayimiri				147		
MT-7	Quebrada Pyrainiri				148		
MT-8	Río Pyrainiri-bajo				118		

Fuente: Elaboración propia

En la **Clase II (Color verde)**, se registró a los puntos CSP-1 (Quebrada-Afluyente), CS-5 (Río Pantano), MT-10 (Río Vilca), MT-4 (Río Grande) y CS-4 (Arroyo Los Sauces), CP-32 (Río Grande), CP-43 (Río Grande) indicando que hay una calidad de agua aceptable, pero con la evidencia de algún efecto de contaminación, registrándose a las familias: Caenidae (Orden Ephemeroptera), Libellulidae, Coenagrionidae del Orden Odonata, Notonectidae, Naucoridae, Veliidae, Belostomatidae y Gerridae del Orden Hemiptera, presentando organismos indicadores de aguas oligotróficas que habitan ambientes lodosos con desechos vegetales en descomposición y zonas de aguas con abundante algas filamentosas (Tabla 16).

**Tabla 30. Resultado del Índice BMWP/Bol Clase II**

Códigos	Cuerpo de agua	Clase	Calidad	BMWP	Puntuación	Significado	Color
CS-1	Quebrada	II	Aceptable	61-100	89	Se evidencia algún efecto de contaminación	
MT-10	Río Vilca				88		
CP-32	Río Grande				82		
CS-4	Los Sauces				81		
CP-43	Río Grande				80		
CS-5	Río Pantano				63		
MT-3	Río Grande				61		

Fuente: Elaboración propia

En la **Clase III (Color amarillo)**, cuyo significado es de calidad dudosa de aguas contaminadas, se ubican a los puntos CP-29 (Río Grande), CS-6 (Quebrada Cotoca-Afluente), CP-2 (Río Grande), CP-1 (Río Grande), MT-6 (Río Masicuri), MT-1 (Afluente), CS-7 (Río Yapacani) y CP-9 (Río Grande) estos cuerpos de aguas reflejaron diferentes perturbaciones ecológicas como ser desecamiento por las altas temperaturas presente en la zona, presencia de vegetación en descomposición, sustrato lodoso y al déficit de oxígeno, se encontraron familias que toleran diferentes rangos de perturbación en aguas poco profundas como ser: Chironomidae, Ceratopogonidae, Stratiomyidae familias que pertenecen al orden Díptera, Elmidae, Staphylinidae pertenecen al orden Coleóptera (Tabla 17).

**Tabla 31. Resultado del Índice BMWP/Bol Clase III**

Código	Cuerpo de agua	Clase	Calidad	BMWP	Puntuación	Significado	Color
CP-2	Río Grande	III	Dudosa	36-60	53	Aguas contaminadas	Amarillo
CS-9	Río Pailitas				55		
CS-6	Quebrada Cotoca-Afluente				53		
CP-34	Laguna Pistola				51		
CS-7	Río Yapacani				47		
MT-6	Río Masicuri				47		
CP-1	Río Grande				45		
CP-9	Río Grande				42		
CP-29	Río grande				39		
CP-13	Río Grande				39		

Fuente: Elaboración propia

**Clase IV (Color naranja)**, esta clase presenta una calidad da agua crítica con un significado que evidencia aguas muy contaminadas por algún efecto, donde se registró a los puntos CP-27, CP-30, CP-21, CP-15, CP-17, CP-6, CP-7, CP-3, CP-11, CP-36, MT-5. CP-10, CP-35, CP-38 y CP-40 donde se encontraron familias que toleran diferentes rangos de perturbación en aguas poco profundas como ser las familias: Chironomidae, Elmidae, Staphylinidae, Leptohyphidae, y Simuliidae (Tabla 18).

**Tabla 32. Resultado del Índice BMWP/Bol Clase IV**

Código	Cuerpo de agua	Clase	Calidad	BMWP	Puntuación	Significado	Color
CP-3	Quebrada	IV	Crítica	16-35	34	Aguas muy contaminadas	Naranja
MT-8	Piraimiri bajo				31		
CP-15	Río Grande				29		
CP-38	Río Grande				29		
CP-27	Río Grande				25		
CP-30	Río Grande				23		
CP-36	Río Grande				22		
CP-10	Río Grande				22		
CP-17	Río Grande				20		
CP-35	Río Grande				20		
CP-21	Río Grande				19		
CP-39	Río Grande				17		

Código	Cuerpo de agua	Clase	Calidad	BMWP	Puntuación	Significado	Color
CP-6	Río Grande				16		■
CP-11	Río Grande				16		

Fuente: Elaboración propia

La **Clase V (Color rojo)**, registró a los puntos CP-40 (Río Grande), CP-8 (Río Grande), CP-4 (Río Grande y MT-2 (Río Grande) son sitios de bajas diversidad y que la calidad del agua es crítica con un significado de aguas fuertemente contaminadas. En estos puntos se registraron a organismos indicadores de ambientes perturbados y de amplia distribución como ser los Chironomidae del orden Díptera (Tabla 19).

**Tabla 33. Resultado del Índice BMWP/Bol Clase V**

Código	Cuerpo de agua	Clase	Calidad	BMWP	Puntuación	Significado	Color
CP-37	Río Grande	V	Muy Crítica	< 15	14	Aguas fuertemente contaminadas	■
CP-40	Río Grande				13		
CP-8	Río Grande				8		
CP-4	Río Grande				6		
MT-2	Río Grande				7		

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.2 Línea base ictiológica

En la cuenca del río Grande en la estación de aguas altas se registraron 77 especies de peces, de las cuales 70 fueron capturadas en la cuenca baja y solamente 14 especies fueron capturadas en la cuenca media. En cuanto a la diversidad de especies por punto de muestreo, se observa un incremento de la diversidad de especies de peces a menor altitud. También se encontró mayor riqueza en los afluentes menores como ser quebradas, en las cuales se encontró variedades de especies de pequeños peces.

De acuerdo a la abundancia general se tiene un predominio de los órdenes Characiformes que comprende a los peces escamados, seguido de los Siluriformes que abarca a los peces de cuero y placa. Sin embargo, en el río Grande se encontró un predominio de Siluriformes sobre los Characiformes.

Las familias de peces registradas con mayor número de especies son: Loricariidae con 15 especies, Heptapteridae con 8, Doradidae con 7 y Pimelodidae con 5, las demás familias solo están representadas con pocas especies. En cuanto a número de individuos, la familia Characidae Loricariidae, Pimelodiidae, Poecilidae y Trichomycteridae son las que presentan mayor cantidad de individuos.

## 5. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN

### 5.1 Asignación de nomenclatura y/o codificación

Se adoptará una nomenclatura para codificar los tramos correspondientes para su clasificación, la cual estará en función de la delimitación de la cuenca, nombre del cuerpo de agua y tramo:

**XX.NN.YY**

- XX:** Código de la cuenca según alta, media y baja. Ejemplo; CA = Cuenca Baja.
- NN:** Corresponden a las dos primeras letras del nombre del cuerpo receptor. Ejemplo; RG = Río Grande
- YY:** Números correlativos de dos dígitos de tramo sujeto a clasificación. Ejemplo; Primer punto de muestreo = 01

CA.RG.01 = Cuenca Alta, río grande, tramo 01

### 5.2 Delimitación de los tramos y asignación de Clase

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), como parte de la política ambiental y de seguridad hídrica, plantea la Clasificación de Cuerpos de Agua (CCA) como una herramienta para la gestión integral de los recursos hídricos señalando que la misma debe realizarse con base en su **aptitud de uso** y que debe entenderse como el establecimiento del nivel de calidad existente o el nivel a ser alcanzado y/o mantenido en un cuerpo de agua.

La clasificación de cuerpos de agua además de estar basada en su aptitud de uso, debe estar de acuerdo con políticas ambientales de la región en el marco del desarrollo sostenible. Es en este contexto, entendiendo que la clasificación de cuerpos de agua es el establecimiento del nivel de calidad existente o el nivel a ser alcanzado (deseado) o mantenido en un cuerpo de agua y que se constituye por tanto en un instrumento de gestión, administración y planificación del uso de los cuerpos de agua, se establece la siguiente argumentación:

En términos simples, la clasificación de un cuerpo de agua, se realiza en función a tres (3) variables de análisis, siendo estas las siguientes: 1) calidad físico química del cuerpo de agua, 2) condiciones biológicas del agua y 3) aptitud de uso.

### - **Calidad físico química del cuerpo de agua**

Con relación a la variable de la calidad físico química del agua, se analizaron muestras realizadas sobre el cauce del río Grande, correspondiente a los periodos estacionales de lluvia y estiaje, se consideraron para el análisis seis (6) grupos de parámetros, siendo estos los siguientes: constituyentes orgánicos (1), microbiológicos (2), básicos (3), constituyentes inorgánicos (CI) metálicos y metaloides (4), constituyentes inorgánicos (CI) no metálicos (5) y finalmente los constituyentes plaguicidas (6).

Se establece que los parámetros del grupo de **constituyentes plaguicidas**, no son parámetros representativos o aplicables para establecer la calidad del cuerpo de agua sujeto a evaluación, siendo que los mismos en la actualidad son prohibidos de importación en el país y para muchos casos de ellos de nula producción a nivel mundial. Por esta razón las concentraciones de los parámetros de este grupo, presentaron concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua.

En ese sentido, se recomienda no considerar este grupo de plaguicidas como indicadores de calidad, pudiendo generar un dato falso en la interpretación sobre la presencia de agroquímicos en el agua.

De igual manera, los parámetros del grupo de **constituyentes inorgánicos metálicos y metaloides**, presentaron concentraciones por debajo de los límites de cuantificación, lo que se traduce como ausencia de los mismos en el cuerpo de agua. La ausencia de concentraciones de este grupo de parámetros, se debe a la inexistencia en la zona correspondiente al cauce principal del río Grande (alta, media y baja) de actividades mineras, industriales o de otra índole que pudiera generar este tipo de contaminantes.

Los grupos de los **parámetros de los constituyentes orgánicos** (DQO y DBO<sub>5</sub>), **microbiológicos** (Colifecales) y **básicos** (oxígeno disuelto), presentaron variaciones significativas en sus valores, los cuales se enmarcaron entre las CLASE A hasta la CLASE D, e incluso en algunas muestras (época de lluvia), los valores superaron todas las CLASES existentes en el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica. Considerando las actividades actuales y potenciales que se desarrollan en la zona correspondiente al cauce principal del río Grande (alta, media y baja), el grupo de parámetros señalados es representativo para poder establecer el estado de calidad del mismo.

### - **Condiciones biológicas del agua**

Los resultados obtenidos de las condiciones biológicas del agua (macroinvertebrados), establecen que el 19% de las muestras analizadas se evidencia algún efecto de contaminación (calidad aceptable), el 28% de las muestras evidencian aguas contaminadas (calidad dudosa), el 39 % de las muestras evidencian agua muy contaminada (calidad crítica) y el 14% de las muestras evidencian agua fuertemente contaminada (calidad muy crítica).

### Aptitud de uso

Se establece que la actividad predominante en la cuenca de estudio, corresponde a las actividad agrícola y ganadera, asimismo en la zona se tienen contemplado el desarrollo de proyectos de riego como el de "Rositas".

En función del análisis y evaluación de las variables consideradas para la clasificación del cuerpo de agua (calidad físico química del cuerpo de agua, condiciones biológicas del agua y aptitud de uso), se considera necesaria adaptar la Clase C, correspondiente a aguas de utilidad general. El uso de estas aguas corresponder al siguiente orden:

- Para abastecimiento doméstico de agua potable, previa floculación, sedimentación, filtración y desinfección,
- Para recreación de contacto primario,
- Para protección de los recursos hidrobiológicos,
- Para abastecimiento industrial,
- Para la cría natural y/o intensiva de especies destinadas a la alimentación humana,
- Para abrevadero de animales, y
- Para la navegación.

En este sentido el tramo asignado a esta Clase será desde el inicio del cauce del río Grande hasta su finalización en cuenca baja:

Cuenca	Longitud del tramo		Nombre	Clase asignada
	Inicio	Final		
CA.RG.01	X: 444024 Y: 7907199 Zona 20 k	X: 405269 Y: 8216556 Zona 20 k	Río Grande	Clase C

Con relación a los cuerpos de agua secundarios (tributarios), se establece los siguientes tramos para su correspondiente categorización:

Cuenca	Longitud del tramo		Nombre	Clase asignada
	Inicio	Final		
CA.RP.01	X:478112 Y:801840 Zona 20 k	X:519634 Y:8018895 Zona 20 k	Río Pantano	Clase D
CA.QS.01	487446 8025980 Zona 20 k	494470 8014482 Zona 20 k	Quebrada sin nombre	Clase D

La asignación se realiza en función a su aptitud de uso, siendo que por un lado la quebrada sin nombre codificada CA.QS.01 actualmente es utilizada como cuerpo receptor para la

descarga de agua residual tratada provenientes de la PTAR Sur de SAGUAPAC, asimismo, la quebrada CA.QS.01 desemboca en el río pantano, mismo que es colector de las aguas pluviales provenientes de la parte sur de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, por otro lado, este río está considerado como cuerpo receptor para la descarga de agua residual tratada provenientes de la PTAR de COOPLAN.

## 6. PLAN DE ACCIÓN BASADO EN LA CLASIFICACIÓN DEL CUERPO DE AGUA

El presente Plan de Acción se plantea en función de los resultados obtenidos en el presente documento, el cual no será limitativo, pudiendo la Autoridad Ambiental Competente Departamental realizar los ajustes, complementaciones y/o modificaciones que se consideren necesarias.

Es de gran importancia señalar que la principal actividad que se desarrolla sobre la cuenca del río Grande (delimitada en el alcance espacial del presente estudio) corresponde a la actividad agrícola ganadera y por consiguiente los impactos más significativos que esta actividad ejerce sobre la cuenca y el cauce principal son los siguientes:

- Deforestación;
- Inundaciones debido al elevado dinamismo hidromorfológico del Río Grande
- Cambios de uso de suelo;
- Desertificación;
- Pérdida de cordón ecológico del cauce principal,
- Alteraciones del drenaje natural en la cuenca generadas por la construcción de canales pluviales;
- Acumulación de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos) en predios agrícolas asentados en la cuenca de estudio

Asimismo, se establece que en aquellas poblaciones asentadas en las proximidades al cauce principal de río grande (Abapo, Puerto Pailas, Montero Hoyos), debido a la falta de servicios sanitarios como el alcantarillado sanitario (con su correspondiente planta de tratamiento de agua residual) y la inexistencia de una gestión operativa eficiente de residuos sólidos, provocan que se genera una afectación sobre la calidad del cuerpo de agua, acentuándose aún más esta afectación en situaciones de escorrentía durante periodos de precipitación pluvial.

En ese sentido, el presente **Plan de Acción** se estructura en función de los anteriormente señalado y las funciones y atribuciones de los Gobiernos Autónomo Municipales, estableciendo actores necesarios para su implementación, mismos que se identifican en función de su interacción territorial con la cuenca de estudio:

### **Gobierno autónomo municipal de Charagua**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Charagua deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Charagua deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Charagua deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).

### **Gobierno autónomo municipal de Cabezas**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá gestionar el diseño, construcción y operación de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual urbano para la localidad de Abapó.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá gestionar el diseño, construcción y operación de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual urbano para la localidad de Cabezas.

- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá gestionar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cabezas deberá realizar la adecuación y control de las actividades de explotación de áridos y agregados.

#### **Gobierno autónomo municipal de la Guardia**

- El Gobierno Autónomo Municipal de la Guardia deberá elaborar e implementación de un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de la Guardia deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).

#### **Gobierno autónomo municipal de Santa Cruz de la Sierra**

- El Gobierno Autónomo Municipal de la Santa Cruz de la Sierra deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de la Santa Cruz de la Sierra deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de la Santa Cruz de la Sierra deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de la Santa Cruz de la Sierra deberá realizar la gestión para el diseño, construcción y operación de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual urbano para la localidad de Montero Hoyos.

- El Gobierno Autónomo Municipal de la Santa Cruz de la Sierra deberá realizar el seguimiento y control a la Planta de Tratamiento de Agua Residual Sur de SAGUAPAC.

#### **Gobierno autónomo municipal de Cotoca**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca deberá realizar las gestiones para el diseño, construcción y operación de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual urbano para la localidad de Puerto Pailas.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cotoca deberá realizar las gestiones de diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

#### **Gobierno autónomo municipal de Pailón**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Pailón deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Pailón deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.

- El Gobierno Autónomo Municipal de Pailón deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Pailón deberá realizar las gestiones para el diseño, construcción y operación de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual urbano para la localidad de Pailón.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Pailón deberá realizar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

#### **Gobierno autónomo municipal de Cuatro Cañadas**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Cuatro Cañada deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cuatro Cañada deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cuatro Cañada deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Cuatro Cañada deberá realizar las gestiones para el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

#### **Gobierno autónomo municipal de Okinawa Uno**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Okinawa Uno deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.

- El Gobierno Autónomo Municipal de Okinawa Uno deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Okinawa Uno deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Okinawa Uno deberá realizar las gestiones de diseño, construcción y operación de un sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual urbano para la localidad de Okinawa Uno.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Okinawa Uno deberá realizar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

#### **Gobierno autónomo municipal de San Julián**

- El Gobierno Autónomo Municipal de San Julián deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de San Julián deberá realizar la elaboración e implementación de un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de San Julián deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de San Julián deberá realizar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

### **Gobierno autónomo municipal de Fernández Alonso**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Fernández Alonso deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Fernández Alonso deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Fernández Alonso deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Fernández Alonso deberá realiza el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

### **Gobierno autónomo municipal de San Pedro**

- El Gobierno Autónomo Municipal de San Pedro deberá Instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de San Pedro deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de San Pedro deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de San Pedro deberá realizar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en

estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

### **Gobierno autónomo municipal de Santa Rosa**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Rosa deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Rosa deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Rosa deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).
- El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Rosa deberá realizar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

### **Gobierno autónomo municipal de Yapacani**

- El Gobierno Autónomo Municipal de Yapacaní deberá instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Yapacaní deberá elaborar e implementar un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.
- El Gobierno Autónomo Municipal de Yapacaní deberá realizar inspecciones de seguimiento y control ambiental en los predios agrícolas y/o ganaderos, con el fin de regular la gestión operativa de envases de productos agroquímicos (residuos peligrosos).

- El Gobierno Autónomo Municipal de Yapacaní deberá realizar el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.

#### **Autoridad de Bosque y Tierra**

- Instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.

#### **Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz**

- El Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz a través de la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente deberá realizar la implementación de un sistema de monitoreo de calidad de agua del cauce del río Grande y afluentes secundarios priorizados.
- El Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz a través de la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente deberá realizar seguimiento y control ambiental a todas las actividades realizadas sobre la cuenca de estudio.
- El Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, en el marco de las responsabilidades establecidas en la Ley Nro. 755 de Gestión Integral de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Departamento de Santa Cruz, coadyuvará a los Gobiernos Autónomos Municipales existentes en la cuenca del río Grande, en las acciones que realicen para la consolidación de los sitios identificados para la implementación de los rellenos sanitarios municipales.

## 7. INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL PLAN DE ACCIÓN

Las siguientes actividades de control y seguimiento se plantean en función a las atribuciones, funciones y responsabilidades que el Gobierno Autónomo Departamental posee, relacionadas a la protección y conservación de la cuenca sujeta a estudio.

ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	UBICACIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	PLAZO	PARÁMETRO DE VERIFICACIÓN
Se implementará una red de monitoreo para la toma de muestras y análisis de agua, correspondiente al cauce principal del río Grande.	Los puntos de muestreo serán: Muestra 01: Cuenca alta (-18.917342 -63.467847)	Se realizarán dos campañas de muestreo anual: la primer campaña corresponderá a la época estacional de lluvias y la segunda campaña corresponderá a la época estacional de estiaje.	Todas las actividades correspondientes a la toma de muestras y posterior análisis en laboratorio estarán a cargo del Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible Medio Ambiente.	10.000 Bs	6 meses después de la Clasificación del Cuerpo de Agua	Informe anuales de resultados de laboratorio de agua
Los parámetros a monitorear en campo mediante el uso del <i>equipo portátil multiparámetro</i> son: pH, temperatura, sólidos disueltos totales, conductividad específica, oxígeno disuelto y turbidez	Muestra 02: Puente Abapó (-18.909775, -63.400914).					
Los parámetros de análisis en laboratorio serán: DQO, DBO <sub>5</sub> , Colifecales, fosfatos, sulfatos, nitrógeno, mercurio y plomo.	Muestra 03: Cuenca media (-18.216688 -62.878439).					
Es importante señalar que la cantidad y ubicación de los	Muestra 04: Puente Pailas (-					

ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	UBICACIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	PLAZO	PARÁMETRO DE VERIFICACIÓN
puntos de muestreo se realizó en función a su representatividad y accesos disponibles. En función de los resultados obtenidos de laboratorio se realizarán	17.668683 - 62.779035) Muestra 05: Puente Banegas (- 17.171395 - 62.783509)					
	Muestra 06: Puerto Caimanes (- 17.025571 - 62.984890).					
Se realizaran inspecciones de seguimiento y control ambiental a las actividades, obras o proyectos existentes en la zona del cauce principal de río Grande.	Actividades, obra so proyectos asentadas en la zona del cauce principal del río Grande	La cantidad de inspecciones será de 20 inspecciones anuales.	Todas las actividades correspondientes a las inspecciones estarán a cargo del Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible y	8.000 Bs	---	Informes de inspección

ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	UBICACIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	PLAZO	PARÁMETRO DE VERIFICACIÓN
Se realizará las solicitudes a los Gobiernos Autónomos Municipales de Cabezas (localidad de Abapó), Cotoca (localidad de Puerto Pailas), y Santa Cruz de la Sierra (localidad de Montero Hoyo), para que estos en el marco de sus funciones y atribuciones realicen las gestiones correspondientes para la elaboración e implementación de proyectos de construcción y operación de sistema de alcantarillado y planta de tratamiento de agua residual.	Municipios de Cabezas (localidad de Abapó), Cotoca (localidad de Puerto Pailas), y Santa Cruz de la Sierra (localidad de Montero Hoyo)	Una vez realizada la solicitud, se hará seguimiento a la misma.	Medio Ambiente. Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.	1.000 Bs	3 meses después de la Clasificación del Cuerpo de Agua	Oficios de solicitud debidamente notificados

ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	UBICACIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	PLAZO	PARÁMETRO DE VERIFICACIÓN
Se solicitará mediante oficio a los Gobiernos Autónomo Municipal identificados en el PLAN DE ACCIÓN, que deberán instruir a los representantes legales de los predios agrícola/ganadero que han invadido el bosque de galería en las riberas del cauce principal del río grande, dar estricto cumplimiento al Decreto Supremo 24124 de 1995 (elevado a Ley 2553 en 2003), el cual establece que se debe conservar una franja de 1 km a ambos lados del cauce.	Municipios identificados en el PLAN DE ACCIÓN	Una vez realizada la solicitud, se hará seguimiento a la misma.	Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente	3.000 Bs	6 meses después de la Clasificación del Cuerpo de Agua	Oficios de solicitud debidamente notificados
Se solicitará mediante oficio a los Gobiernos Autónomo Municipal identificados en el PLAN DE ACCIÓN, la elaboración e implementación de un Plan Maestro de Drenaje municipal, el cual deberá realizarse tomando en cuenta como unidad de estudio la cuenca. Este Plan Maestro de Drenaje deberá establecer los lineamientos técnicos que deberán cumplir las obras de	Municipios identificados en el PLAN DE ACCIÓN	Una vez realizada la solicitud, se hará seguimiento a la misma.	Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente	3.000 Bs	6 meses después de la Clasificación del Cuerpo de Agua	Oficios de solicitud debidamente notificados

ACTIVIDADES DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	UBICACIÓN	FRECUENCIA	RESPONSABLE	PRESUPUESTO	PLAZO	PARÁMETRO DE VERIFICACIÓN
drenaje existentes en la jurisdicción territorial municipal, principalmente aquellos drenajes construidos en predios agrícolas y/o ganaderos.						
Se solicitará mediante oficio a los Gobiernos Autónomo Municipal identificados en el PLAN DE ACCIÓN el diseño e implementación de un sistema de gestión operativo de residuos sólidos urbanos, en estricto cumplimiento a la Ley Nro. 755 de Gestión de Residuos y el Reglamento de Gestión Integral del Departamento de Santa Cruz.	Municipios identificados en el PLAN DE ACCIÓN	Una vez realizada la solicitud, se hará seguimiento a la misma.	Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente	3.000 Bs	6 meses después de la Clasificación del Cuerpo de Agua	Oficios de solicitud debidamente notificados
Se solicitará mediante oficio a los Gobiernos Autónomo Municipal identificados en el PLAN DE ACCIÓN, realizar la adecuación y control de las actividades de explotación de áridos y agregados existentes en sus jurisdicciones territoriales.	Municipios identificados en el PLAN DE ACCIÓN	Una vez realizada la solicitud, se hará seguimiento a la misma.	Equipo de Seguimiento y Control Ambiental perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente	3.000 Bs	6 meses después de la Clasificación del Cuerpo de Agua	Oficios de solicitud debidamente notificados

## 8. RECOMENDACIONES

En función al desarrollo del presente documento se establece las siguientes recomendaciones en función de las responsabilidades y atribuciones conferidas por Ley en lo relacionado a gestión de recursos hídricos:

### **La Autoridad Ambiental Competente Nacional deberá:**

- Formular una Guía específica para la Evaluación de la calidad Acuática mediante el Índice de Macroinvertebrados BMWP/Bol, en lo correspondiente en la cuenca del río Grande.
- Actualizar los parámetros del Reglamento en Materia en Contaminación Hídrica (RMCH), respecto a los plaguicidas, ya que la mayoría son de importación prohibida y actualmente se está empleando otros compuestos activos más comunes.

### **Los Gobierno Autónomos Municipales; deberán aplicar en toda su jurisdicción territorial las siguientes acciones que se encuentran enmarcadas en la política departamental de preservación y restauración de este cuerpo de agua y sus principales afluentes:**

- Desarrollar políticas operativas en materia de planificación urbanística y determinación de áreas de uso industrial.
- Establecer la aplicación de sanciones a las AOP's que contaminen la cuenca del río Grande y principales afluentes, dentro del marco y el alcance de las competencias de los Gobiernos Municipales en el actual régimen jurídico, el mismo que transita hacia una autonomía normativa en estas unidades territoriales y Gobiernos Municipales.
- El control riguroso de la calidad de las condiciones hidrobiológicas del río Grande y sus afluentes, según se establece en la presente propuesta de clasificación para cada tramo y gobierno municipal en particular.
- La sistematización en el control respectivo de usos y manejo de agroquímicos, en especial en los Gobiernos municipales, con vocación agropecuaria, a fin de establecer una línea base de seguimiento y control de escurrimientos agrícolas y su influencia en los cuerpos de agua.

Así mismo, una vez aprobada la propuesta de clasificación del río Grande y principales afluentes, se implementará un sistema de Monitoreo Anual en los municipios (tramos

clasificados), como un medio de seguimiento y control de la calidad hídrica del cuerpo de agua. De manera que nos permita realizar gestión ambiental y contribuir al saneamiento ambiental de los tramos críticos y/o áreas afectadas por actividades antrópicas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alba-Tercedor, J. y Sánchez O., 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basadas en el de Hellawell (1978). *Limnética*. 4:51-56.
- Arcila, D., Vari, R. P., & Menezes, N. A. 2013. Revisión of the Neotropical Genus *Acrobrycon* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae) with description of two new species. *Copeia*, 2013(4), 604-611.
- APHA, AWWA Y APCF. 1989. Métodos Standard para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ed. Díaz de Santos S.A. E.E.U.U
- Bouchard, R. W., JR. 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN.
- Bejarano E 2011. Informe tecnico evaluación de la calidad de agua del caude bajo del Río Grande. MHNNKM-GTB.
- Brinkhurst, R. O. & M. R. Marchese. 1989. Guía para la identificación de oligoquetos Acuáticos continentales de Sud y Centroamérica. Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe - Argentina.
- Bruvold, W. H. & Pangborn, R. M. 1966. Rated acceptability of mineral taste in water. *Journal applied psychology*, 50: 22. En: Organización Panamericana de La Salud, 1987. Guías para la calidad del agua potable. Volumen 2. Washington, DC, 20037, EUA
- Blanco R. 2013. Evaluación de la Ictiofauna en la Cuenca Baja Del Río Grande, Santa Cruz-Bolivia. Tesis para Optar al Título de Licenciado, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Agrícolas, Autónoma Gabriel René Moreno.
- Carvajal-Vallejos, F. M., Bigorne, R., Fernández, A. J. Z., Sarmiento, J., Barrera, S., Yunoki, T., Pouilly, M., Zubieta, J., De La Barra, E. Jegú, M., Maldonado, M., Van Damme, P., Céspedes, R. & Oberdorff, T. (2014). Fish-AMAZBOL: A database on freshwater fishes of the Bolivian Amazon. *Hydrobiologia*, 732(1), 19-27.
- Carvajal-Vallejos F.M., Bigorne R., Zeballos A.J., Sarmiento J., Barrera S., Yunoki T., Pouilly M., Zubieta J., De La Barra E., Jegú M., Maldonado M., Van Damme P.A., Céspedes R., Oberdorff T. (2017). Diversidad de los peces de la cuenca amazónica boliviana. p. 7-18. En: Carvajal-Vallejos F.M., Salas R., Navia J., Carolsfeld J., Moreno Aulo F., Van Damme P.A. (Eds.). Bases técnicas para el manejo y aprovechamiento del paiche (*Arapaima gigas*) en la cuenca amazónica boliviana. INIAF-IDRC-Editorial INIA, Bolivia. 508 p.

- CIMAT 2004. Inventariación de la Ictiofauna en la Cuenca alta, media y baja del Río Grande, del departamento de Santa Cruz de la Sierra, Informe Técnico, Prefectura del Departamento de Santa Cruz. Pp. 120.
- Covain, R., & Fisch-Muller, S. (2007). The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. *Zootaxa*, 1462(1), 1-40.
- Domínguez, E. y Fernández H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. *Sistemática y Biología*. Tucumán: Fundación Miguel Lillo
- Domínguez, C. Molineri, M. L. Pescador, M. D. Hubbard & C. Nieto. 2006 Ephemeroptera de America del Sur. In: J., Arias, Rueda-Delgado, G. & K.M. Wantzen (Eds): *Aquatic Biodiversity in Latin America (ALBA)*. Volumen 2
- Farell, A. M. E. 2007-2008. Peces, Área Natural de Manejo Integrado Río Grande-Valles Cruceños. Informe técnico. FAN. Gobierno Departamental de Santa Cruz, Bolivia. Pp. 34.
- Fernández H. R. & E. Domínguez. 2001. Guía para determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos.
- Ghetti, P. F. y G. Bonazzi, 1981, "I macroinvertebrate nella sorveglianza ecologica Dei corsi d'acqua", *Consiglio Nazionale delle Ricerche Aq.*, 1/127.
- Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz - Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial - Dirección de Ordenamiento Territorial. 2011. *Fisiografía y aptitud de uso del suelo en el departamento de Santa Cruz - Fase II Vol. I. Proyecto Implementación del Plan Departamental de Ordenamiento Territorial*
- Ibish P.L. & Mérida (eds.), 2003. *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerios de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN, Santa Cruz - Bolivia.
- Herrera, J. C., Strem R., Blanco, R. 2012. Diagnóstico Rápido de la Fauna Silvestre en el ANMI Humedales del Norte, Informe Técnico, COBODES, Gobierno Departamental de Santa Cruz - Bolivia, Pp. 7 -15.
- Lauzanne, L., G. Loubens & B. Le Guennec. 1991. Liste commentée des poissons de l'Amazonie bolivienne. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* 24(1): 61-76
- LEY No. 1333. Ley del Medio Ambiente Promulgada, el 27 de abril de 1992. Publicada en la Gaceta Oficial de Bolivia el 15 de junio 1992
- Lopreto, C. & Tell. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales*. Tomo III. Editorial Sur Argentina.
- Maldonado, M. 2005. Hidroecoregiones y ambientes acuáticos. En: Navarro G. & M. Maldonado. *Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos*. Edit. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba-Bolivia. Pp. 501-719.

- Navarro G. & M. Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes Acuáticos. Edit. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba-Bolivia.
- Marco Conceptual y Estratégico del Plan Director de la Cuenca del Río Grande, 2013. Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego. 92 p.
- Osinaga K. & Cardona J. 2002. Evaluación preliminar de la pesca en la zona de Puerto Pailas y Pailón Informe técnico. MHNNKM.
- Paniagua, L. 2012. Evaluación de la integridad biológica de la comunidad Ictica del río pailas, la cuenca baja del río grande y la Laguna la pistola en época de estiaje. Informe Técnico MHNNKM.
- Pouilly, M. & Beck, Stephan & Moraes R., Mónica & Ibáñez, C. 2004. Diversidad Biológica en la llanura de inundación del Rio Mamore-Importancia ecológica de la dinámica fluvial.
- PLUS 2009. Plan de Uso del Suelo Santa Cruz
- Queiroz, G. Torrente-Vilara, WM Ohara, THS Pires, J. Zuanon & CRC Doria. 2013. Peixes do Rio Madeira, São Paulo: Santo Antônio Energia SA.
- Roldan, P. G. 2012. Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá D.C. Colombia.
- Roldan, P. G. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia.
- SNHN. 2007. Hidrografía de Bolivia. Descripción de ríos, arroyos, lagos, lagunas y salares. Ministerio de Defensa Nacional, Fuerza Naval de Bolivia. Servicio Nacional de Hidrografía naval. Segunda Edición. La Paz, Bolivia.
- Tachet H, M. Bournaut, P. Richoux. 1980. Introduction a Letude des macroinvertebres. Des eaux douces. Systematique elementaire et apercu ecologique
- Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR), 2006. Plan Nacional de Cuencas (PNC). Marco Conceptual Estratégico. Versión 01. La Paz, Bolivia. Diciembre de 2006.

## 10. ANEXOS: DOCUMENTOS DE RESPALDO

- Resultados de análisis de laboratorio en periodos estaciones de lluvia y seca
- Registro fotográfico del uso de suelo actual