

**PROVINCIA DE ENTRE RÍOS
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**ANTEPROYECTO DEFINITIVO PLANTA DE TRATAMIENTO
DE EFLUENTES DEL PARQUE INDUSTRIAL DE CRESPO**

INFORME FINAL

TOMO I

DICIEMBRE DE 2006

AUTOR: Ing. ARNALDO JUVENCIO ZAPATA

EQUIPO TÉCNICO

Jefe del Proyecto: Arnaldo Juvencio ZAPATA - Ingeniero en Recursos Hídricos

Colaboradores:

Pío Antonio AGUIRRE - Posdoctorado en Ingeniería Química

Miguel Angel MUSSATI - Posdoctorado en Ingeniería Química

Fernando Oscar SCOTTA - Ingeniero en Recursos Hídricos

Esteban Pablo ROBAINA - Ingeniero Químico

Anselmo Edelmiro ZAPATA – Licenciado en Ciencias Políticas

Eduardo G. VIDAL - Ingeniero Químico

Alejandra DURÁN – Licenciada en Química

Carlos Daniel DELGADINO - Ingeniero en Recursos Hídricos

Diego AMORES – Maestro Mayor de Obras

INTRODUCCIÓN

El Área Industrial está ubicado en las inmediaciones del acceso de la ciudad de Crespo, en la Provincia de Entre Ríos, sobre la Ruta Nacional N° 12, a 2,5 Km. de la ciudad.

Los efluentes generados por las industrias son tratados mediante el empleo de Lagunas de Estabilización. Dichas lagunas se encuentran ubicadas contiguas al Área Industrial, es decir, próximas al casco urbano de la ciudad.

Actualmente las lagunas se encuentran colapsadas, por lo que el objetivo fundamental del presente Anteproyecto Definitivo es desarrollar los instrumentos técnicos y legales para la instalación de una nueva “Planta de Tratamiento de efluente del Parque Industrial”.

Se recopilaron antecedentes, desarrollaron relevamientos y estudios para la caracterización industrial, caracterización de los efluentes, estudios topográficos y geotécnicos y caracterización de posibles cursos receptores; tendientes a lograr un diagnóstico de la situación actual.

Del diagnóstico del marco legal e institucional surge como principal conclusión la necesidad de transformar el Área de Asentamiento Industrial de Crespo en Parque Industrial, conforme a la normativa provincial y municipal. Para ello, es necesario crear e instalar una organización que administre, regule y controle la prestación de servicios.

Del diagnóstico de la situación actual de los efluentes industriales, del tratamiento y de la tipificación actual y futura de industrias radicadas y a radicarse, surge la necesidad de analizar y confrontar para su evaluación y selección, dos alternativas de tratamientos:

- * *Alternativa A: Lagunas actuales reacondicionadas, operando como facultativas.*
- * *Alternativa B: Nuevas lagunas facultativas ubicadas en el lote 1, al sureste de la ciudad a 10 Km. del PI.*

Comparando los costos constructivos y de operación y mantenimiento por un lado y las conclusiones de la Información Ambiental, Legal e Institucional por otro, las autoridades provinciales, municipales y del Consejo Federal de Inversiones seleccionaron como más conveniente a la Alternativa A.

Finalmente se elaboró el Anteproyecto Definitivo para el “Reacondicionamiento de las Actuales Lagunas de Estabilización”, el cual prevé la readecuación del actual sistema en lagunas facultativas, y consta de: Memoria descriptiva, Memoria técnica, Cómputo Métrico, Análisis de Precios, Presupuestos detallados, Especificaciones Técnicas Particulares, Manual de Operación y Mantenimiento, Plan de Trabajos y Curva de Inversión. Además del presente, el documento comprende al Tomo II con Anexos y Planos Preliminares, y al Tomo III con el desarrollo del Anteproyecto Definitivo y sus respectivos planos.

I. ESTUDIOS PRELIMINARES

1. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Se recopilaron los antecedentes existentes disponibles e información del Parque Industrial, de la localidad y de la zona de localización del Proyecto referida a:

1. *Referida al Marco Legal Vigente*

Las siguientes ordenanzas, leyes y decretos fueron recopilados:

- * Ordenanza Municipal N° 17/86
- * Decreto Municipal N° 152/86
- * Ley Provincial N° 6260
- * Decreto Provincial N° 5837
- * Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 674/89

2. *Referida al Parque Industrial*

Anteproyecto del Área Industrial y de Servicios Crespo elaborado por el Consejo Federal de Inversiones – año 1993.

- * Plano catastral parcelario del Parque Industrial elaborado por la Secretaria de Obras y Servicios Públicos de la Municipalidad de Crespo. – año 2005.

3. *Referida los Efluentes y al Sistema de Tratamiento del Parque Industrial*

- * Planos de “proyecto de las lagunas de estabilización” elaborados por la Dirección de Saneamiento Ambiental dependiente de la Subsecretaria de Medio Ambiente de la provincia de Entre Ríos – año 1986.
- * Plano conforme a obra de las lagunas de estabilización elaborados por la Dirección de Obras Sanitarias de la Municipalidad de Crespo. – año 2005.

4. *Referida al Sistema de Provisión de Agua Potable del Parque Industrial*

Plano conforme a obra de la red de distribución de agua potables elaborados por la Dirección de Obras Sanitarias de la Municipalidad de Crespo. – año 2005.

5. *Información Planialtimétrica*

- * Carta topográfica del I.G.M. denominada “Crespo” (3360–1–3), escala 1:50000.
- * Fotografías aéreas de fecha octubre de 1998.
- * Imágenes satelitales de fecha junio de 2005.
- * Plano catastral del ejido municipal de Crespo.
- * Planos de relevamientos efectuado por la Municipalidad de Crespo.

6. *Información Meteorológica*

La siguiente información fue suministrada por la Estación Experimental del INTA Paraná:

- * Precipitaciones medias mensuales y anual
- * Humedad relativa medias mensuales.
- * Series de temperaturas medias, máxima y mínimas mensuales.
- * Series de evaporaciones.

- * Vientos.

7. Estudios de Suelos

Se recopilieron dos estudios de suelos efectuados en distintos predios del parque industrial solicitados por los siguientes comitentes:

- * Tecново: estudio efectuado por la consultora Fabri-Perini en el predio que esta firma posee en el Parque Industrial.
- * Municipalidad de Crespo: estudio efectuado por la consultora Fabri-Perini en dos predios distintos del Parque Industrial.

8. Obras Construidas o Proyectadas que Afecten Directa o Indirectamente la Zona de Estudios

- * En el ámbito municipal y/o provincial:
 - ◆ Planos red de agua potable.
 - ◆ Planos red de desagües cloacales.
 - ◆ Planos red de drenaje urbano y rural.
 - ◆ Planos pavimentos urbanos y caminos vecinales.
 - ◆ Planos de carreteras.
- * Gas Nea S.A: está confeccionando la información para ser entregada en los próximos día, referida a:
 - ◆ Red de gas natural domiciliario de la ciudad de Crespo.
 - ◆ Proyecto de red de gas natural en el Parque Industrial.
 - ◆ Líneas de gasoductos.

9. Información Hidrológica

Se solicitó a la Dirección de Hidráulica y Recursos Hídricos de la Provincia información relacionada con datos históricos del comportamiento hidráulico tales como caudales medios, máximos y mínimos de los siguientes arroyos en los puntos aproximados a los que a continuación se detallan:

- * A° Gómez: en punto aproximado con coordenadas del IGM: y=5463700; x=6457400 (Departamento Diamante)
- * A° Cañadas de las Vertientes: en punto aprox. con coordenadas del IGM: y=5470700; x=6460000 (Departamento Paraná)
- * 3. A° Hondo de la Cruz: en punto aprox. con coordenadas del IGM: y=5468700; x=6460000 (Departamento Paraná)

A la fecha no se ha tenido una respuesta escrita de la Dirección de Hidráulica y Recursos Hídricos, pero si se nos adelantó verbalmente acerca de la inexistencia de información sobre lo solicitado.

2. RECONOCIMIENTOS VISUALES

A partir de la identificación en el área de estudio de aquellos sitios de interés ya sea de instalaciones existentes, como así también de distintos lugares alternativos para la ubicación de probables instalaciones del presente proyecto, se llevó a cabo un reconocimiento de estos sitios.

Los sitios relevados fueron instalaciones del Parque Industrial y su sistema de desagües cloacales e industriales que incluye red de colectoras, lagunas de tratamiento de efluentes líquidos y cuerpo receptor (Arroyo de las Vertientes) También fueron relevados lugares para la ubicación de posibles estaciones elevadoras de los efluentes líquidos, planta compacta de tratamiento anaerobio y decantador desengrasador, trazas alternativas de las cañerías, lotes alternativos de las lagunas de tratamiento y cuerpo receptor alternativo (Arroyo Gómez)

En el Anexo I “Registro Fotográfico” se aprecia la ubicación de todos los sitios relevados, como así también la visualización de cada uno de ellos mediante su correspondiente imagen fotográfica.

En primer lugar se identificaron las instalaciones del Parque industrial, sus accesos, calles, predios de las industrias, sus servicios tales como alumbrado público, electrificación, servicio de agua potable.

Luego se identificó el sistema de desagües cloacales e industriales, el cual está compuesto por los rubros red de colectoras, colector, planta de tratamiento y descarga al cuerpo receptor:

1. Red de Colectoras

Se observaron los detalles visibles tales como ubicación de bocas de registros (situadas en la zona de vereda dentro del espacio verde) A pesar de no contar con planos de la red, de la observancia visual se infiere que esta tiene un trazado simple, es decir, por una solo vereda, a la cual la alimentan conexiones cortas y largas.

2. Colector

Tiene un trazado corto de aproximadamente 200 m, entre la ultima boca de registro ubicada en el predio del parque y la boca de registro ubicada en el predio de las lagunas (muy próxima a la cámara de rejás)

3. Planta de Tratamiento

Está compuesta por una cámara de rejás y tres lagunas. En el predio se observó gran proliferación de vegetación en los terraplenes, obstaculizando el seguimiento del tendido de cañerías. En la cámara de rejás se observó la falta de la reja retenedora de sólido; por lo que el afluente a la primer laguna contiene gran cantidad de materia orgánica suspendida y material sólido (extremidades de aves, restos de cáscara de huevo, plumas, etc.) Se percibió olores nauseabundos - característicos de los procesos anaeróbicos- debido a la producción de sulfuro de hidrógeno. Este hecho puede deberse a que las lagunas están procesando una carga contaminante por unidad de superficie mayor a la carga de diseño. Este efecto se acentúa marcadamente en verano, que es precisamente en la época del año en la que se realizó el relevamiento. Las altas temperaturas favorecen la actividad metabólica de los microorganismos anaeróbicos. Se observó la formación de una capa semisólida de color gris a negro en la superficie de la primera laguna. Es muy probable

que esta capa se deba a la “solidificación” de espuma sobrenadante debido a la evidente prolongada falta de mantenimiento y control. Por su parte, la segunda y tercer laguna presenta un color rosado a rojo sin capa superficial; esto evidencia presencia de bacteria fotosintéticas del azufre, lo cual significa condiciones anaeróbicas, no se observa formación de espumas ni sustancias y vegetación flotante. Tal coloración es una indicación de la presencia de bacterias púrpuras del azufre en lagunas anaerobias y/o la presencia de algas rojas en lagunas anaerobias. Los caminos de acceso a los terraplenes de las lagunas están prácticamente intransitables debido al avance de las malezas sobre los mismos. (Fundamentalmente debido a la presencia de cardos). A pesar de ello se pudo apreciar la existencia de dos interconexiones aéreas (norte y sur) entre la primer y segunda laguna, realizada en cañerías de PVC (protegidas con membrana de aluminio) de Ø 160 mm y apoyadas sobre columnas de hormigón armado.

4. Descarga al Cuerpo Receptor

Esta descarga está generada desde la tercera laguna a través de un caño de PVC de 250 mm hacia el cuerpo receptor el cual es una naciente del Arroyo de las Vertientes. El curso de agua es intermitente, y su recorrido pasa entre la primer y segunda-tercera laguna. Aguas arriba de la descarga, este pequeño arroyo tiene un escurrimiento muy escaso de color cristalino fruto del aporte de la napa freática. Una vez que es interceptado por la descarga el curso adquiere un mayor caudal con coloración rojiza.

Posteriormente se relevaron los lugares para la ubicación de los distintos componentes posibles del presente proyecto, es decir, estaciones elevadoras, planta compacta de tratamiento anaerobio y decantador desengrasador, trazas alternativas de las cañerías, lotes alternativos de las lagunas de tratamiento y cuerpo receptor alternativo (Arroyo Gómez)

5. Predio e Estaciones Elevadoras

Está ubicado en uno de los sectores más bajo del Parque Industrial, en inmediaciones del ingreso a dicho parque y lindante con el pequeño arroyo y actual cuerpo receptor.

6. Predio de la Planta Compacta de Tratamiento Anaerobio y Decantador Desengrasador

Ubicado en el sector sur del parque y lindante al pequeño arroyo.

7. Trazas de las Cañerías

Existen dos posibles trazas que fueron relevadas. Una que surge por el oeste del parque industrial, en orientación norte sur, a través de un camino vecinal que en la zona urbana oficia de límite oeste de la ciudad y se denomina calle 1° de Mayo; sigue por esta calle hasta que abandona la ciudad; luego la traza continua por un camino paralelo a las vías del ferrocarril que van a Diamante, de orientación este oeste, hasta llegar a los lotes propuestos como alternativos para la construcción de la planta depuradora. La otra traza, alternativa a la mencionada, surge por el este del parque industrial, en orientación norte sur. Continúa a través de un camino vecinal, que en la zona urbana se denomina calle Democracia, hasta llegar a la calle Entre Ríos; continuando por ésta, con orientación este oeste, hasta llegar a la calle 1° de Mayo, y desde este punto continúa por la misma traza que la anterior ya mencionada hasta llegar a los lotes propuestos para la construcción de la planta depuradora.

8. *Lotes Alternativos para la Ubicación de las Lagunas de Tratamiento*

Se relevaron tres lotes para la posible ubicación de lagunas de tratamiento, de los que la Municipalidad de Crespo cuenta con un compromiso de venta a su favor de parte de sus propietarios (acta compromiso de fecha 30 de junio de 2005). El lote 1 de propiedad de los señores Fabián y Héctor Fischer, tiene una superficie de 15 Has. El lote 2 de propiedad del señor Mario Oscar Gareis, tiene una superficie de 11 Has. Y el lote 3 de propiedad del señor Héctor Gareis, tiene una superficie de 9 Has. Los tres lotes están destinados a la producción agrícola, actualmente se encuentran sembrados con soja, lo que nos da una idea de los potenciales productivos de éstos, y que están ubicados en zonas altas, libres de anegamientos.

9. *Cuerpo Receptor Alternativo*

El Arroyo Gómez, linda al este con el lote 1, está inmerso en una zona de fuerte actividad agrícola, por lo que los sembrados bordean sus barrancas y su canal de estiaje, sus dimensiones son del orden de 20 metros de ancho de boca y 5 metros de profundidad. Tiene una densa vegetación natural, conteniendo pequeño curso de agua que debido a sus pronunciadas barrancas (aproximadamente 5 metros) tiene una buena capacidad de drenaje de la napa freática, por lo que al momento del relevamiento se observo un escurrimiento de agua muy cristalina y sí bien de caudal pequeño pero de apariencia continua.

3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información recopilada en el punto 1 fue procesada y analizada expresando los resultados de dicho análisis a continuación:

1. *Referida al Marco Legal Vigente*

Para que más adelante se pueda analizar al marco legal, es preciso describir, previamente, al objeto de cada normativa municipal y/o provincial y, mediante esta metodología se pueda arribar a conclusiones útiles para el diagnóstico institucional del Área Industrial.

2. *Marco Legal de la Municipalidad de Crespo*

La Municipalidad de Crespo crea y regula al Área Industrial mediante la normativa que se describe: (A continuación se describen solamente los artículos de interés analítico para el presente trabajo)

- ***Ordenanza Municipal N° 17/86***

- ◆ Esta ordenanza fue aprobada el 02 de julio de 1986.
- ◆ En el Artículo 1º: instituye el sistema de promoción industrial para el establecimiento, expansión, perfeccionamiento y modernización de industrias existentes en el área industrial.
- ◆ En el Artículo 3º: Faculta al Departamento Ejecutivo Municipal a acordar medidas de promoción industrial de tipo tributarias aplicando exenciones de tasas y derechos municipales.
- ◆ En el Artículo 8º: delimita la ubicación y superficie del Área Industrial.

♦ En el Artículo 9º: establece y regula la venta parcela a particulares para la radicación de industria bajo el régimen de promoción antes mencionado.

♦ En el Artículo 12º faculta al Departamento Ejecutivo: “con el asesoramiento de la Comisión Municipal de Desarrollo a planificar la utilización del inmueble individualizado en el artículo octavo y determinar los sectores para el uso industrial, calles, espacios verdes, equipamiento comunitario y otros destinos y asimismo dictar normas de uso, edificación, instalaciones y demás necesarias para el cumplimiento de los fines de esta Ordenanza en el área delimitada en el artículo octavo.

♦ En su Artículo 14 establece que la Autoridad de aplicación es el Departamento Ejecutivo Municipal.

- ***Decreto Municipal N° 152/86***

♦ Establece las normas relacionadas con la calidad de los líquido cloacales y residuales industriales que evacuarán los establecimientos que se instalen en el Área Industrial Crespo.

- ***Ordenanza N° 29/94, Decreto de promulgación N° 213/94***

♦ Esta ordenanza fue aprobada el 12 de septiembre de 1994.

♦ En el Artículo 1º aprueba los “Códigos de normas básicas de uso, ocupación y subdivisión del suelo formado por los anexos A y B”.

♦ A continuación se describen artículos seleccionados del Anexo A “Sección 3 - Delimitación de Distritos y Áreas”.

♦ El Artículo 3.6.3 Distrito PI (Industrial) establece que “el PI está situado a 613,5m del vértice norte formado entre la Ruta Nacional 12 y continuación de la calle 1º de Mayo, identificado mediante plano de mensura N° 5:69041/2, limitando al norte con el Distrito de Expansión Industrial 1, al Sur con Distrito de Expansión Industrial 2 y al Este y al Oeste con la ruta y calle indicada.”

♦ El Artículo 3.6.4 fija que el Distrito EXI (Expansión Industrial) está situado:

♦ Distrito ExI1: al noreste ruta nacional N° 12; al sur Distrito PI; al oeste la continuación de calle 1º de Mayo.

♦ El Artículo 3.6.5 fija que el Distrito ExI2 (Expansión Industrial) está situado:

♦ Al norte Distrito PI; al este Ruta Nacional N° 12; al sur la recta paralela al límite sur del Distrito PI, a 146,40 m de éste y; al oeste la continuación de la Calle 1º de Mayo.

♦ Por estar próxima al Área de Asentamiento Industrial se ha seleccionado de dicho Código al Artículo 3.5 que fija los límites de cada Distrito del Área de Expansión Urbana (EXU) en el Anexo A “Sección 3 Delimitación de Distritos y Áreas”:

♦ Según el Art. 3.5.1 el Distrito EXU1 tiene como límites: al norte Calle Pública (Hoy Alemanes del Volga) que lo separa del Distrito de Quintas (Q), desde continuación de Calle 1º de Mayo hasta el límite don Distrito ER; al este con Distrito Uso Recreacional (ER), desde calle Pública que lo separa del Distrito Q hasta Misiones; al sur calle Misiones desde prolongación límite Distrito ER hasta continuación calle 1º de Mayor y; al Oeste calle continuación de 1º de Mayo, desde Misiones hasta calle Pública que lo separa del Distrito Q.

♦ Por otro lado, el Código en el Anexo A “Sección 4 – Características de los Distritos del Área Urbana” regula en su articulado:

♦ El Art. 4.8- Distritos de Expansión Urbana, Distrito EXU1. Situación actual: Transitoriamente conservará el uso existente, no permitiéndose su transformación a usos urbanos. Se permitirán subdivisiones similares al Distrito Quintas. Pero establece que para su situación futura mantendrá las disposiciones de uso, ocupación y subdivisión del Distrito R2.

♦ El referido Distrito R2 (Distrito Residencial, Densidad Media) está regulado por el Art. 4.4 que le fija como uso predominante: Viviendas individuales. Viviendas colectivas de planes oficiales, mutuales, sindicatos e instituciones de interés comunitario.

♦ También es conveniente describir que el Anexo B de la misma Ordenanza N° 29/94, Código de División del Suelo en el Capítulo III, Sección 2 en su articulado dispone:

♦ En el Art. 3 no se permite el amanzanamiento y la apertura parcial de calles y permite el fraccionamiento estableciendo medidas mínimas para las parcelas.

♦ Pero el Art. 4 dice que las restricciones dispuestas en el Art.3 se mantendrá vigentes hasta que estudios de demandas de parcelas en función del crecimiento de la ciudad demuestren necesaria su habilitación, o bien planes de conjuntos habitacionales en los que se garanticen la construcción efectiva de las viviendas y su equipamiento.

Por último, en esta descripción se hace mención del articulado del Código en el Anexo A “Sección 4 – Características de los Distritos del Área Urbana” que regula los usos y servicios del Distrito Industrial y del Distrito Expansión Industrial.

♦ El Art. 4.14 para el Distrito Industrial establece:

Uso predominante: industrias.

Uso complementario: Depósito; actividades complementarias de la actividad industrial.

Servicios públicos imprescindibles: Desagües cloacales; desagües industriales; desagües pluviales; energía eléctrica de alta tensión; pavimento reforzado; recolección de residuos; control de efluentes; alumbrado público; cerco olímpico; seguridad y control.

Previsión: para estacionamiento y espacios para cargas y descargas.

3. Marco Legal de la Provincia de Entre Ríos

Esta Provincia regula la actividad industrial radicada en Parques o Áreas Industriales mediante la normativa que se describe:

- **Ley Provincial N° 6260**

De prevención y control de la contaminación por parte de las Industrias. A continuación se describen solamente los artículos de interés analítico para el presente trabajo.

♦ Art. 1°_ Todos los establecimientos industriales y los que conservan productos perecederos radicados o que se radiquen en el territorio de la Provincia, para su habilitación y funcionamiento deberán dar estricto cumplimiento a las disposiciones sobre ubicación,

contracción, instalación y equipamiento que establece la presente ley, con el objeto de preservar el medio ambiente.

♦ Art. 2°_ A los fines de la presente ley, se entenderá por establecimiento industrial a todo aquel destinado a la transformación física, química y físico-química, en su forma o esencia, de materias primas o materiales en nuevos productos, a través de un proceso industrial, mediante la aplicación de técnicas de producción uniformes, la utilización de maquinarias o equipos, la repetición o no de operaciones o procesos unitarios.

♦ Art. 6°_ A los fines previstos en el artículo precedente y de acuerdo a la índole del material que manipulen, elaboren o almacenen, a la cualidad o cantidad de sus efluentes al medio ambiente y a las características de sus funcionamientos e instalaciones, los establecimientos industriales se clasifican en tres (3) categorías:

- a) Primera Categoría: que incluirá aquellos establecimientos que se consideran inocuos porque su funcionamiento no altera el medio ambiente.
- b) Segunda Categoría: que incluirá aquellos establecimientos que se consideren incómodos porque su funcionamiento ocasiona algunas alteraciones en el medio ambiente.
- c) Tercera Categoría: que incluirá aquellos establecimientos que se consideran peligrosos porque su funcionamiento altera el medio ambiente.

♦ Art. 7°_ Sobre la base de los principios anunciados en los artículos precedentes, la pertinente reglamentación establecerá las normas a que se ajustara la radicación de las industrias, así como los recaudos necesarios para la correspondiente clasificación de los establecimientos.

♦ Art. 14°_ Las autoridades comunales, en uso de sus facultades específicas, podrán dictar normas que complementen los requisitos establecidos en la presente ley, cuando ellos sean necesarios por las características especiales de cada zona, debiendo en tales casos proceder, a su inmediata comunicación al Ministerio de Obras y Servicios Públicos, para su conocimiento.

♦ Art. 15°_ El Ministerio de Obras y Servicios Públicos hará un control periódico del medio ambiente para determinar en casos de alteraciones en el mismo, cuáles son las causas que las motivan y obligar a los responsables a solucionarlas...

♦ Art. 16°_ El Ministerio de Obras y Servicios Públicos podrá coordinar las tareas para fiscalizar el cumplimiento de la presente ley, con las autoridades municipales, las que quedan obligadas a aplicarlas en sus respectivas jurisdicciones por sobre cualquier otra disposición local. Cuando se apliquen multas como consecuencias de infracciones verificadas por las autoridades comunales, los respectivos municipios tendrán una participación en el monto de aquellas cuyo porcentaje será fijado por la reglamentación.

• ***Decreto Provincial N° 5837***

Establece, de acuerdo a los lineamientos de la Ley 6260, las disposiciones comunes, tanto en lo que hace a obligaciones como a procedimientos a que deberán adecuarse todos los establecimientos industriales a instalarse y los ya instalados en la Provincia de Entre Ríos, con el fin de prevenir y controlar la contaminación ambiental.

- ***Decreto del Poder Ejecutivo Nacional N° 674/89***

Referido a los establecimientos industriales y especiales que provocan vertidos a los conductos pluviales y cloacales, definiendo límites transitoriamente tolerables.

4. La Información Referida al Parque Industrial, su Sistema de Tratamiento, su Sistema de Provisión de Agua

Fue analizada y volcada para la conformación de los relevamientos posteriores y planos respectivos.

5. La Información Planialtimétrica y de las Obras Construidas o Proyectadas que Afecten Directa o Indirectamente la Zona de Estudios

Fue procesada y utilizada en la conformación de los relevamientos planialtimétricos y de las interferencias.

6. Información Meteorológica

Se procesó la información meteorológica perteneciente a la Estación Experimental Paraná del INTA (Anexo II - “Información Meteorológica”) a los fines de obtener sus medias mensual y anual respectivamente para el periodo de registro 1980-2004 respecto a las variables:

- * Precipitaciones mensuales
- * Evaporación tanque “A”
- * Humedad relativa
- * Viento a 2 metros de altura
- * Temperatura media
- * Temperatura máxima media
- * Temperatura mínima media
- * Dirección de viento

La media anual para el periodo de registro correspondiente a las variables precipitaciones mensuales y evaporación son 1108.5 milímetros y 1328.8 milímetros respectivamente, indicando la existencia de un déficit global en el sistema.

Asimismo se destaca que los valores máximos medios anuales correspondientes a las variables precipitaciones anuales. La evaporación se manifiesta desde octubre a marzo del año siguiente para la serie 1980-2004; mientras que en la variable humedad relativa si bien sus valores son homogéneos, existe un pequeño incremento de los mismos en los meses que van desde febrero a agosto.

Con respecto a la dirección de los vientos los mayores porcentajes se dan con dirección del noreste y sureste, siendo los de menor probabilidad los provenientes del oeste.

7. Estudios de Suelos

Los dos estudios de suelos recopilados muestran perfiles relativamente homogéneos constituidos por arcillas muy plásticas, expansivas pero controladas por la elevada humedad natural, con elevada capacidad portante. Estos estudios fueron realizados por la consultora Fabri-Perini a pedido de:

- * Tecnovo: estudio efectuado en el predio que esta firma posee en el Parque Industrial y cuya finalidad fue establecer tipo de suelo y las condiciones para la excavación,

rellenos, determinar fundaciones, pisos, veredas e instalaciones sanitarias. Consta de tres sondeos efectuados a 6 m de profundidad. No se detectó nivel freático. El predio está ubicado en una zona elevada del parque.

- * Municipalidad de Crespo: estudio efectuado en dos predios distintos del Parque Industrial, uno ubicado lindante al acceso y el otro hacia el noreste en el predio del frigorífico Santa Isabel. La finalidad fue establecer tipo de suelo y las condiciones para las fundaciones de distintos tipos de estructuras. Consta de dos sondeos efectuados a 5 m de profundidad. Solo se detectó nivel freático en un sondeo a 3,30 m de profundidad.

8. **Consideraciones y Definiciones**

De los reconocimientos visuales surgen las siguientes consideraciones y definiciones a saber:

- **Referidas a las trazas de cañerías**

La traza denominada “alternativa” que surge por el este del parque industrial, en orientación norte-sur, a través de un camino vecinal que en la zona urbana se denomina calle Democracia, hasta llegar a la calle Entre Ríos, continuando por ésta, con orientación este-oeste, hasta llegar a la calle 1° de Mayo fue desestimada por las siguientes razones:

- * Muchas interferencias con la traza de las cañerías de gas natural que, desde la Ruta Nacional N° 12, ingresa a la ciudad por la calle Democracia.
- * Interferencias con la red de drenaje urbano en las calles Democracia y Entre Ríos.
- * Interferencias con la red colectoras de desagües cloacales de la ciudad en calles Democracia y Entre Ríos.
- * Interferencias con la red de distribución de agua potables de la ciudad en calles Democracia y Entre Ríos.
- * Interferencias con la red de pavimentos urbanos en calle Entre Ríos.

- **Referidas a los lotes alternativos de las lagunas de tratamiento:**

De los tres lotes que fueron relevados para la ubicación de lagunas de tratamiento, se desestiman los lotes 2 y 3 por las siguientes razones, a saber:

- * Si bien estos lotes están ubicados en la zona rural, en ambos casos se encuentran muy próximo a dos viviendas, las cuales distan de los predios en aproximadamente 300 y 400 metros respectivamente del lote 2 y aproximadamente 400 y 500 metros respectivamente del lote 3.
- * En ambos casos el posible cuerpo receptor más cercano (arroyo Gómez) se encuentra lejano, a una distancia considerable de aproximadamente 2000 metros.
- * En ambos casos no existe un espacio público (camino) que permite vincular a ambos lotes con el citado arroyo. Una eventual traza de descarga sería mucho más larga que los 2000 metros que los separan linealmente, y prácticamente imposibles de materializar debido a que las parcela intermedias son de distintos propietarios y la posibilidad de buscar una servidumbre de paso sería engorrosa, e impracticable dentro de los tiempos del proyecto.

Por lo tanto se definió en esta etapa que el lote más óptimo como posible lugar para el emplazamiento de lagunas de tratamiento es el lote 1.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del procesamiento y análisis del punto anterior en el cual se estableció el alcance y utilidad de la información recopilada, se concluyó en la necesidad de ampliarla, para lo cual se consideró necesario realizar los siguientes relevamientos:

1. Relevamientos Planialtimétricos

Con el fin de conocer detalles de las instalaciones existentes y probables del proyecto a saber:

- * Relevamiento de la red de desagües cloacales e industriales y planta de depuración Parque Industrial.
- * Relevamiento de la probable traza de las conducciones.
- * Relevamiento de la parcela (lote 1) destinada a la probable planta depuradora.
- * Relevamiento de la descarga al probable cuerpo receptor (A° Gómez)

2. Estudios de Suelos

Para complementar la información existente, proveniente de la Recopilación de Antecedentes, sobre las características de los suelos de los predios del Parque Industria se consideró necesario realizar un estudio para: caracterizar el tipo de suelo, las condiciones de cavabilidad y la profundidad de los niveles freáticos en el lote 1 por ser este un lugar posible de emplazamiento de las obras de planta depuradora y de la descarga al cuerpo receptor.

3. Caracterización del Efluente Cloacal e Industrial

A raíz de la falta de información sobre los efluentes líquidos del Parque Industrial, se consideró necesario llevar a cabo un relevamiento para poder caracterizarlos.

4. Caracterización de los Posibles Cuerpos Receptores

La única información disponible de los cuerpos receptores surge de los reconocimientos visuales, por lo que se decidió ampliarla.

5. Caracterización Industrial

Debido a la falta de información antecedente sobre la industria que integran el parque industrial se consideró necesario llevar a cabo un relevamiento a fin de contar con un conocimiento acabado de todas las industrias que lo componen (actualmente y a futuro).

II. ESTUDIOS BÁSICOS

1. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

1. *Introducción*

Este relevamiento tiene la finalidad de brindar la información topográfica necesaria para diagnosticar la situación actual y evaluar en forma preliminar las distintas alternativas; para ello se procedió a realizar un relevamiento planialtimétrico de toda aquella zona que sea esencial para el objeto del estudio.

El área de estudio se encuentra localizada en la ciudad de Crespo, provincia de Entre Ríos; en donde se relevaron tres zonas a saber:

- * Parque Industrial ubicado al norte de la ciudad de Crespo y a la vera de la Ruta Nacional N° 12.
- * Traza de probable conducción; esta se localiza en el camino vecinal lindante al Parque Industrial siguiendo una orientación norte-sur hasta llegar a la ciudad de Crespo, luego una vez que abandona la ciudad la traza continua por un camino de orientación oeste-este hasta llegar al terreno propuesto como alternativo para la construcción de la planta depuradora.
- * Parcela de probable ubicación de la planta depuradora: ubicada al suroeste del Parque Industrial y distante de éste 10 kilómetros.

2. *Metodología*

El relevamiento fue realizado, teniendo como antecedente e información básica disponible la siguiente:

- * Carta topográfica del I.G.M. denominada “Crespo” (3360–3–1), escala 1:50000
- * Planos de relevamientos efectuado por la Municipalidad de Crespo.
- * Imágenes satelitales de fecha junio de 2005.
- * Fotografías aéreas de fecha octubre de 1998.

La nivelación fue vinculada a un punto del sistema O.S.N. ubicado en la zona urbana de la ciudad, en el centro educativo denominado Instituto Comercial Crespo sito en calle Irigoyen entre Ceri y 3 de Febrero, cuya cota es de 125.308 m del sistema O.S.N.

Dado que las obras que ejecuta la Municipalidad se encuentran referida al sistema O.S.N., se optó por el mismo sistema para la ejecución del presente trabajo.

En cada punto nivelado se registró el posicionamiento con GPS, luego se calculó la cota de terreno natural, cota de intrados de boca de registro, cota de fondo de alcantarillas, cota de vías del ferrocarril, cotas de puntos fijos y según correspondiera.

En el Parque Industrial se realizó el relevamiento de la red de desagües cloacales e industriales, donde se acotó el intrados de la cañería en cada boca de registro y se midió con cinta métrica la distancia entre bocas de registro, y se referenció con el GPS.

Sobre la eventual traza de la conducción se realizó un perfil longitudinal y cinco perfiles transversales a la misma, dichos perfiles se vincularon a puntos fijos de nivelación cercanos.

En la parcela destinada a la eventual planta Depuradora se realizó un relevamiento planialtimétrico, donde se nivelaron puntos perimetrales y de una cuadrícula, además, se efectuó un relevamiento transversal del cuerpo receptor (arroyo).

Teniendo en cuenta la característica topográfica del terreno se trazó curvas de nivel equidistante 1 metro.

3. Resultados Obtenidos

En función al relevamiento realizado se confeccionaron los siguientes planos que a continuación se detallan:

- * Plano N° PP1 relevamiento de la red de desagües cloacales e industriales y planta de depuración Parque Industrial. Escala 1: 2500.
- * Plano N° PP2 planimetría de traza. Escala 1: 10000
- * Plano N° PP3 perfil longitudinal y transversales en traza de cañería de impulsión.
- * Plano N° PP4 parcela destinada a planta depuradora. Escala 1: 1000.
- * Plano N° PP5 descarga al cuerpo receptor – Perfil longitudinal A-A. Escala Horizontal 1: 1000 y Vertical 1: 200.
- * Plano N° PP6 Detalle de Cruce de Cañería sobre Arroyo Las Vertientes

2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

1. Introducción

El presente estudio tiene por finalidad complementar la información existente sobre las características de los suelos provenientes de la recopilación de antecedentes en predios del parque industrial. Se consideró necesario realizar un estudio para caracterizar el perfil del suelo y sus distintos extractos, las condiciones de cavabilidad y la profundidad de los niveles freáticos en el lote 1, por ser este un lugar posible de emplazamiento de las obras de la planta depuradora y de la descarga al cuerpo receptor.

En función de lo expuesto el presente estudio no tiene características geotécnicas que determinen las capacidades portantes del perfil de suelo, solo se determinaron las características macroscópicas del perfil litológico que definen composición y espesores de los distintos extractos.

2. Metodología

A partir del reconocimiento in situ se identificaron posibles lugares donde realizar sondeos, definiéndose la ejecución de dos perforaciones, una en el vértice sur-este del lote 1 y otra en coincidencia con la traza de la potencial descarga en el vértice sur-oeste del lote mencionado, en inmediaciones del A° Gómez.

Una vez definidos los lugares de los sondeos, y teniendo en cuenta la geomorfología de la zona se construyeron dos pozos exploratorios, cuya profundidad alcanzó los 8 metros.

Las perforaciones se hicieron en un diámetro de 3 pulgadas utilizando herramienta manual mediante el empleo de pala barreno y sonda o cuchara. Se tomaron muestras del terreno cada 0,30 m y cada cambio litológico.

En cada perforación se determinó la profundidad del nivel freático.

3. Resultados Obtenidos

En la perforación n° 1 ubicada en el vértice sureste del lote 1, el perfil litológico obtenido es el siguiente:

- 0.00 - 0.70 Suelo vegetal, poco arcilloso, color oscuro, con resto de materia orgánica.
- 0.70 - 1.50 Limo fino arcilloso y oscuro.
- 1.50 - 3.60 Limo fino arcilloso pardo rojizo oscuro, con escasos nodulitos de tosca.
- 3.60 - 5.20 Limo arcilloso rojizo, con escasos nodulitos de tosca.
- 5.20 - 8.00 Limo pardo claro ligeramente rosado. Escasas concreciones calcáreas, duras. Carbonato de calcio pulverulento homogéneo en toda la muestra (eólico).

El nivel freático en esta perforación se ubicó a 3,96 metros de profundidad, medido desde el nivel de terreno natural.

En la perforación n° 2 ubicada en el vértice suroeste del lote 1, el perfil litológico obtenido es el siguiente:

- 0.00 - 0.50 Suelo vegetal, algo arcilloso, color gris ceniciento, con resto de materia orgánica.
- 0.50 - 1.20 Limo fino arcilloso, pardo oscuro, con pequeña cantidad de nódulos calcáreos.
- 1.20 - 3.00 Limo arcilloso pardo rojizo, nódulos calcáreos.
- 3.00 - 5.50 Limo fino arcilloso claro rojizo, con escasos nódulos de tosca.
- 5.50 - 6.90 Limo arcilloso ligeramente rosado. Concreciones calcáreas, duras.
- 6.90 - 8.00 Limo fino muy arcilloso claro.

El Nivel freático en esta perforación se ubicó a 4,26 metros de profundidad, medido desde el nivel de terreno natural.

4. Conclusiones

De la interpretación del análisis macroscópico de los perfiles en los dos sondeos surge que se trata de un suelo de características homogéneas y estables debido a su composición limoarcillosas y que no existe porción arenosa.

Las excavaciones a realizar podrán ejecutarse sin mayores dificultades debido a las características estables del suelo y a que no se evidenciaron en las profundidades estudiadas capas o espesores carbonatadas (tosca) que dificulten las excavaciones, ni porción arenosa que desestabilicen el perfil a excavar.

En caso de tendido de cañerías, las excavaciones podrán alcanzar profundidades cercanas a los 4 metros sin necesidad de efectuar depresión de los niveles freáticos.

Las excavaciones que conformarán las lagunas de tratamiento no podrán superar profundidades superiores a los 3,50 metros.

Para la conformación de la base de los taludes se deberá extraer la capa o porción de suelo vegetal existente que ronda los 50 centímetros.

3. CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE CLOACAL E INDUSTRIAL

1. Toma de Muestras

Luego de un relevamiento de campo visual de la zona de tratamiento (lagunas), se procedió a la toma de muestras del líquido que ingresa a la misma y del de su descarga al curso de agua receptor. Más específicamente, se extrajeron y analizaron muestras de la entrada a la primera laguna, la entrada a la segunda laguna y la descarga final. Se analizaron muestras combinadas (mezcla de distintas muestras tomadas en diferentes horarios) y muestras puntuales. Estos resultados permiten conocer el nivel de contaminación y tipo de agua residual que recibe la zona de tratamiento, y la eficiencia actual del sistema completo de tratamiento. Los resultados obtenidos en esta primera etapa de muestreo y análisis se incluyen el Anexo III-2. En el esquema 1 se muestran los puntos de toma de muestra.

Para las empresas que resultaron ser determinantes en cantidad y calidad del tipo de efluente, se procedió a tomar muestras puntuales a intervalos definidos según la dinámica de la descarga de cada empresa en particular que contribuyen en mayor medida al efluente del parque; esto es, se tomaron muestras según el cronograma y régimen de producción. Estos resultados se muestran en el Anexo III-3.

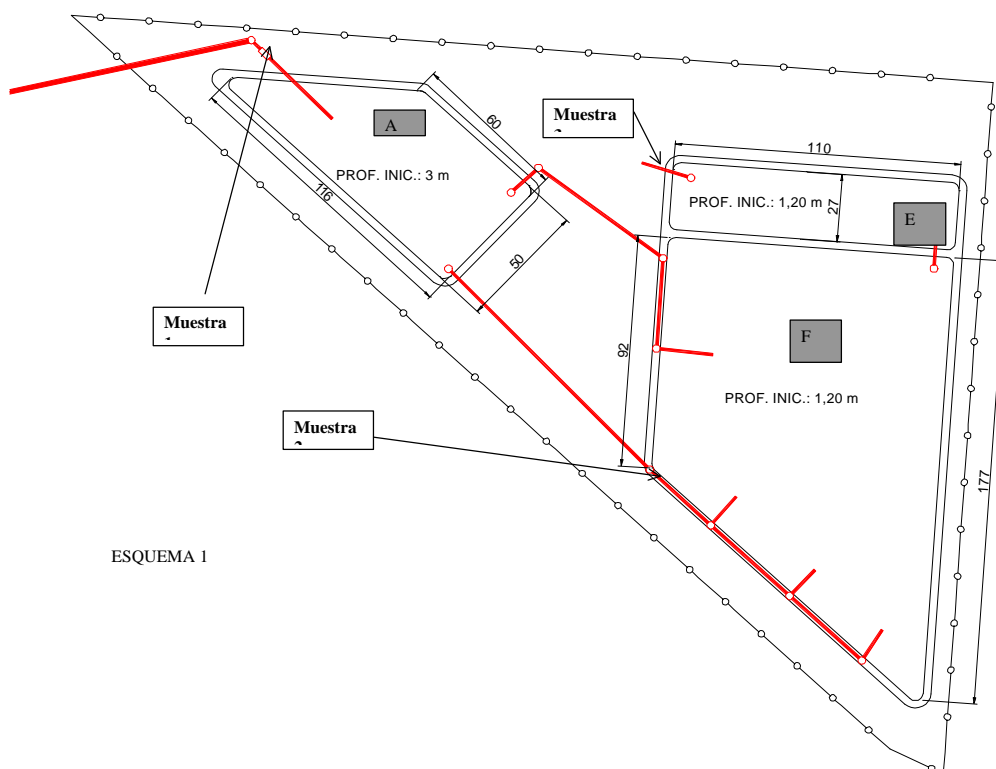


FIGURA 1: PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA

2. *Estimación del Caudal Promedio y Caudal Pico*

A partir de la información recogida de las empresas se estimó el caudal promedio y los picos de consumo de agua totales del parque.

Las plantas en funcionamiento que más interesan a priori -por el volumen y tipo de efluente generado- que descargan al sistema, disponen de sistema de medición de caudal (cámara de aforo) a la salida de la misma. Ver Anexo III-3.

3. *Caudal Promedio Diario del Parque Industrial*

Según la información recopilada, se estima el caudal promedio diario en: 500 m³ / día. Esto resulta de sumar los caudales diarios promedio de las dos principales empresas generadoras de efluentes, del resto de las industrias y un margen de error en las estimaciones:

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| * Frigorífico de aves: | 400 m ³ / día |
| * Fabrica de huevo procesado: | 60 m ³ / día |
| * Resto industrias: | 15 m ³ / día |
| * Margen error 5%: | 15 m ³ / día |
| * Total promedio diario: | 500 m ³ / día |

- ***Máximo caudal promedio diario, con la capacidad instalada actual***

De acuerdo con la información disponible, el frigorífico de aves actualmente instalado, puede llegar a procesar 60.000 aves por día, por lo tanto solamente esta industria generaría 600 m³/día.

Con el mismo criterio que en el punto anterior, se estima que el máximo caudal promedio diario, con la capacidad instalada actual:

| | |
|----------------------------------|--------------------------|
| * Máximo caudal promedio diario: | 700 m ³ / día |
|----------------------------------|--------------------------|

4. *Caracterización del Efluente y Afluente al Sistema Actual de Lagunas*

En el Anexo III-2 se muestran las mediciones experimentales de los principales indicadores de contaminación del efluente líquido que ingresa a la zona de tratamiento y la eficiencia del sistema obtenidos en esta primer etapa de relevamiento. En el Anexo III-3 se incluyen las mediciones experimentales que se realizaron a las dos empresas determinantes en la generación del efluente del PI. De las mediciones de caudal se advierte que el frigorífico de aves que funciona actualmente contribuye durante su período de producción (aprox. 10-11 hs. para 40000 pollos faenados) con el mayor caudal relativo, constituyendo aproximadamente el 90% del total.

- ***Toma de muestra***

Las tomas de muestra se realizaron de acuerdo a un análisis previo de la operación de las distintas plantas del Área Industrial Crespo.

Primeramente, se identificó el conjunto de empresas cuyo aporte al vertido de efluentes conforma más del 90 % de la carga y del volumen de vertidos totales. Esta información se obtuvo en un principio a través de la encuesta y luego fue verificada por los datos tomados en cada planta. El conjunto está constituido por dos empresas: El matadero y frigorífico de aves Santa Isabel y la planta de producción de huevo en polvo y huevo líquido Tecnovo.

Se decidió realizar para estas empresas una caracterización detallada de los perfiles de volcado tanto en volumen como en carga orgánica medida como DQO, ya que este índice es de fácil reproducción. Los datos de estas dos empresas se presentan en tablas en este informe. Las muestras para DQO fueron analizadas a distintas diluciones para descartar la presencia de interferencias, como por ejemplo Cloruros.

Como conclusión de estos análisis se determinó que los efluentes actuales del Área Industrial Crespo están dominados por los aportes del frigorífico de aves en primer instancia y por la planta de huevo en segunda instancia.

A partir de información bibliográfica (Nemerow y Dasgupta 1991, Metcalf 1998) que presentan datos promedio de la industria de procesamiento de aves, se puede tipificar el efluente actual e incluso pronosticar con un margen reducido de error, las características tanto en caudal como composición de los vertidos del Área Industrial Crespo.

En efecto, a continuación se transcriben las principales características de los efluentes según Nemerow. Frigorífico de aves y cerdos.

Algunos valores característicos de efluentes de mataderos y frigoríficos de aves tomados de plantas en producción corresponden a (Nemerow):

- * DBO: 660 mg/l hasta 1500 mg/l.
- * Nitrógeno Orgánico: 70 mg/l hasta 250 mg/l
- * Nitrógeno Amoniacal: desde 7 mg/l hasta 50 mg/l
- * Sólidos totales: desde 1100 mg/l hasta 2700 mg/l
- * Sólidos volátiles: desde 750 mg/l hasta 2000 mg/l
- * Sólidos en suspensión: desde 400 mg/l hasta 1200 mg/l
- * pH desde 6.4 hasta 7.5.

Considerando que el vertido actual corresponde mayoritariamente al aporte del frigorífico y que sus características en el perfil de volcado son previsibles, se adoptó el siguiente esquema de toma de muestras para caracterizar el funcionamiento actual de las lagunas.

Las lagunas actuales son tres: La primera que se denomina A (anaeróbica), la segunda F (facultativa) y la tercera de estabilización final E (facultativa). Esquema 1.

Las muestras de efluentes al ingreso a la laguna A se tomaron en horarios correspondientes a la operación de faena en el frigorífico. Las muestras de egreso de A e ingreso en F se tomaron en las mismas horas que las de ingreso a A. Las muestras de salida de F y E se tomaron en horarios similares. Debido a que la laguna E es sumamente pequeña, su efecto sobre el efluente es casi nulo. En otras palabras, los análisis realizados en el efluente de ingreso y egreso de la laguna E muestran los mismos valores. Se realizaron los análisis recomendados para este tipo de efluentes (Metcalf, Nemerow) cuyos resultados se muestran en el Anexo III-2. Cabe remarcar que los resultados corresponden a muestras obtenidas como promedio de diversas muestra tomadas.

• *Análisis de resultados*

Como puede observarse por comparación con los datos máximos y mínimos reportados en bibliografía, los efluentes de la planta en cuestión, presentan valores significativamente mayores que los reportados. Existen dos posibles causas para explicar este hecho: En el frigorífico estudiado se realiza un marcado ahorro en la utilización de agua tratando de recircular lo máximo posible

siempre y cuando no atente contra la higiene del proceso. Esto se confirma considerando que se pudo comprobar que se utilizan 10 lt de agua por ave, mientras que el promedio de los datos de bibliografía varía entre 12 y 15 litros de agua por ave. En consecuencia, una cuestión de dilución explicaría la causa de la diferencia en las características del efluente. Otra posible causa de los elevados valores de los parámetros del efluente, es el manejo de las vísceras que no son eficientemente separadas del agua de lavado debido a una operación no optimizada del bombeo y tamizado. Posiblemente con una leve mejora en la operación de estos sistemas se conseguiría una apreciable mejora en las características del efluente.

- * Alcalinidad, nitrógeno y amonio: En las fermentaciones anaerobias como la que ocurre en la laguna A, se producen dos efectos, por un lado se generan ácidos grasos de bajo peso molecular: Acético, propiónico, butírico, etc. producto de la degradación de carbohidratos, proteínas y grasas, y por otro se libera al medio Amonio y aminoácidos provenientes de la fermentación de proteínas, que se encuentran en gran cantidad en los efluentes del frigorífico y de la fábrica de huevo en polvo. Estos componentes aumentan la capacidad buffer del sistema y en este caso la alcalinidad del mismo. El contenido de Nitrógeno observado en el ingreso de la laguna A supera en un 20% el contenido máximo reportado para frigoríficos de aves, mientras que el Amonio es levemente inferior al máximo reportado. Es notorio el aumento de Amonio luego de la fermentación anaeróbica de la Laguna A. Es también notable la disminución de amonio y nitrógeno kjeldhal que se produce en la Laguna A y F, lo que indica una buena actividad biológica. El pH en las tres lagunas se encuentra entre 7 y 8.

Sólidos: Los sólidos totales conforman un gran aporte de materia tanto biodegradable como una porción no biodegradable y se encuentran en forma de fijos y volátiles en proporciones similares. Es notable, la existencia de gran cantidad de sólidos en suspensión en el ingreso de la laguna A. Esta cantidad supera en un 50% el máximo reportado para frigoríficos de aves. Asimismo es notable la disminución de sólidos en suspensión, sólidos fijos y sólidos totales en la laguna A. Esta notable disminución se puede adjudicar a la separación sólido líquido que se produce en la laguna A dando como resultado un depósito en el fondo de la misma y la formación de un sobrenadante muy abundante que se ha podido constatar. Posiblemente, parte de los sólidos se degradan en las condiciones de anaerobiosis de la laguna A. A partir de esta observación que implica que la laguna A funciona como un gran separador de sólidos, se ha podido constatar que la laguna A presenta zonas en las que su profundidad se ha reducido hasta llegar a tener solo 1 mt. debido a la acumulación de sólidos en su fondo. Dentro del análisis de la evolución de los sólidos en las lagunas solo queda por remarcar la indudable existencia de algas en la laguna F, cuya presencia se manifiesta de varias formas: el color rojo correspondiente a algas y bacterias y el aumento de sólidos en suspensión que se produce entre la entrada y la salida a dicha laguna.

- * DBO y DQO: Los valores de DBO y DQO observados para la misma muestra cruda indican una gran componente biodegradable del efluente en su conjunto. Incluso los algunos sólidos son altamente biodegradables. La relación observada DQO/DBO en el efluente al ingreso de la laguna A es de 1.37, al egreso de la laguna A es 1.27 y al egreso de la laguna F es 1.85. La disminución de la relación DQO/DBO que se produce en la laguna A se puede explicar considerando lo mencionado anteriormente: el

principal efecto que causa esta laguna sobre el efluente es la separación de sólidos, los que generalmente son más refractarios a la degradación biológica y generan menores valores de DBO. Es notorio el aumento de la relación desde 1.37 al ingreso hasta 1.85 al egreso de la laguna F, que se explica por la existencia de una degradación biológica importante.

5. Caracterización del Estado Actual de Funcionamiento del Sistema de Lagunas

Del relevamiento visual del actual funcionamiento de las lagunas y de las características del afluente (agua residual) que ingresa a las mismas, se infiere que la altura de las mismas y, consecuentemente, el tiempo de residencia del líquido está muy por debajo del de diseño. Esto se concluye sobre la base de la cantidad de materia orgánica suspendida y material sólido (extremidades de aves, restos de cáscara de huevo, plumas, etc.) que contiene el afluente, y a la falta de una cámara de rejas para su retención y separación previa. Estos sólidos se van depositando y en los 10 últimos años no se ha procedido a su remoción.

Por su parte, las mediciones experimentales de DQO y DBO del afluente, junto a los patrones de vertido de las fábricas con mayor contribución al sistema permiten acotar la carga contaminante total que se está descargando al sistema de tratamiento actual o, eventualmente, definir la carga (caudal y concentración) para el futuro sistema de tratamiento.

4. CARACTERIZACIÓN DE LOS POSIBLES CUERPOS RECEPTORES

1. Características del Potencial Cuerpo Receptor (A° Gómez)

El Arroyo Gómez es un afluente del A° la Ensenada, desemboca en él entre las localidades de Villa Libertador General San Martín y Diamante. Linda al este con el lote 1, está inmerso en una zona de fuerte actividad agrícola, los sembrados bordean sus barrancas. Su canal de estiaje, cuyas dimensiones son del orden de 20 metros de ancho de boca y 5 metros de profundidad tiene una densa vegetación natural; conteniendo un pequeño curso de agua, que debido a sus pronunciadas barrancas tiene una buena capacidad de drenaje de la napa freática, por lo que al momento del relevamiento visual se observó un escurrimiento de agua muy cristalina de caudal pequeño pero de apariencia continua.

La distancia lineal entre el área industrial de la ciudad de Crespo y el punto de descarga al cuerpo receptor es de aproximadamente 6 Km hacia el SO. Desde el centro de la ciudad de Crespo de 6.5 Km aproximadamente hacia el O. Cabe señalar que la ciudad de Crespo no pertenece a la cuenca de este curso de agua. La localidad de su cuenca más próxima al mismo (Puiggari) se encuentra a 9.5 Km lineales aprox. Durante su recorrido previo al centro poblado más próximo este curso de agua se une con otros de similares características, lo que determina un aumento estacional de caudal y, consecuentemente, de la capacidad de dilución.

No se han detectado actividades recreacionales, ni posibles tomas de agua sobre la cuenca de este arroyo. El mismo es de muy difícil acceso, posee barrancas muy pronunciadas y no se puede acceder al mismo en automóvil ya que no se detectaron rutas o caminos. Entre las vías del ferrocarril, lugar de nacimiento de este arroyo y su paso por la población más próxima, distante 9.5 Km, el arroyo solo atraviesa los fondos de campos.

El olor, que normalmente constituye uno de los principales efectos negativos sobre los centros poblados, no se presenta como tal en este caso debido a que los vientos predominantes de la región soplan desde las direcciones NE y SE. El poblado más cercano está a 9.5 Km aproximadamente en la dirección SO.

Preliminarmente, no se pronostican efectos negativos de la descarga de efluentes al cuerpo receptor en estudio, tales como influencia sobre la calidad de vida (recreación, esparcimiento), medio ambiente (flora y fauna), otras actividades productivas de la región (agropecuaria).

No se dispone de registros históricos del caudal del cuerpo receptor estudiado.

En la Anexo III-5 se incluyen las mediciones experimentales de los principales parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del curso receptor.

2. Características del Cuerpo Receptor Actual (A° De Las Vertientes)

El cuerpo receptor actual es una naciente del A° de las Vertientes afluente del A° Sauce Solo. Es un curso de agua intermitente, cuyo recorrido pasa a la vera de la localización del sistema actual de lagunas de tratamiento. La distancia entre el ingreso al área industrial de la ciudad de Crespo y el punto de descarga al cuerpo receptor actual es de aproximadamente 0.4 Km hacia el E.

Y desde el centro de la ciudad de Crespo es de 3 Km aproximadamente hacia el N. No se han detectado actividades recreacionales, ni posibles tomas de agua sobre la cuenca de este arroyo.

A diferencia de lo que se pronostica para el caso anterior, los efectos de los olores nauseabundos se perciben en la ciudad de Crespo debido al emplazamiento actual del sistema de lagunas.

Análogamente al caso anterior, no se pronostican preliminarmente efectos negativos de la descarga de efluentes al cuerpo receptor en estudio, tales como influencia sobre la calidad de vida (recreación, esparcimiento), medio ambiente (flora y fauna), otras actividades productivas de la región (agropecuaria).

No se dispone de registros históricos del caudal del cuerpo receptor actual.

Dadas las similitudes entre ambos cuerpos receptores (naturaleza intermitente, bajo caudal estacional, zonas de recorrido, inactividad recreativa, etc.) se asume a priori que los principales parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de este cuerpo receptor son similares a los medidos experimentalmente para el cuerpo potencial.

5. CARACTERIZACIÓN INDUSTRIAL.

Con el fin de obtener información de interés para el Proyecto fueron censadas las industrias instaladas o a instalar en el Parque.

La primera acción del censo fue una reunión con la comisión directiva del Parque Industrial para explicar los alcances del proyecto y la información que se requiere para el mismo.

Para diagnosticar el estado actual y, en lo posible, el escenario futuro del Parque, se procedió a elaborar un cuestionario que fue respondido por las empresas radicadas en el mismo. Así se obtuvo la información de cada una de ellas: tipo de empresa, personal ocupado, horas de producción, cantidad aproximada y características de los efluentes generados, designación de persona de contacto.

La información que será expresada en este subtítulo, fue suministrada por los Responsables de cada industria durante el censo, a través de un cuestionario estructurado efectuado telefónicamente en el mes de febrero de 2006.

Los resultados de dicho censo serán expuestos en las Tablas siguientes:

TABLA 1: IDENTIFICACIÓN LAS INDUSTRIAS

| Nombre Comercial | Razón Social | Año de instalación en el Parque Industrial | Año que se instalará en el Parque Industrial |
|---|--|---|---|
| 1. Electromaq | Kemerer Leonardo Adrián | - | 2006 |
| 2. Establecimiento Santa Lucía | Hildermann Belkis | 1999 | - |
| 3. Holzheier Muebles | Holzheier Alcides Ricardo | - | 2006 |
| 4. Macyj SRL – Stürtz Samuel, Barreto Claudio | | | 2006 |
| 5. Las Margaritas – Schiavi Cesar, Buffa Carolina | | | 2010 |
| 6. Todo Limp | Quinde Sergio y Schimpf Rubén Sociedad de Hecho | 1996 | - |
| 7. Hormiwai, Gemwa | Miguel Waigel y Cía. S.A. | 1997 | - |
| 8. Tecnoalum | Waigel y Cía. SRL | 1998 | - |
| 9. Planta de Hormigón Elaborado. LAR | La Agrícola Regional CL | 1996 | - |
| 10. Bicerletería Delgado | Gerardo Delgado | - | 2006 |
| 11. Carrocerías Hugo Graas | Hugo Graas e Hijos SRL | 1994 | - |
| 12. Fuchs Nelson y Lell Horacio | <i>Ausente en los días en que se efectuó el Censo.</i> | | 2005 |
| 13. Schneider Muebles para Baño | Schneider Carolina | 2005 | - |
| 14. Industrias Metalúrgicas Sak | Sak Julio y Sak Francisco Sociedad de Hecho | 1994 | |
| 15. Santa Isabel – | Santiago Eichhorn e Hijos SRL | 1990 | |
| 16. M.T.H. SRL – Bolzán Orlando | | 1999 | |
| 17. Tecnovo | | 1193 | |
| 18. Plasform | Schneider Sonia Gabriela | - | 2006 |

La infraestructura y servicios comunes que brinda el Área Industrial a cada industria son:

TABLA 2: INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PRESTADOS DEL PARQUE INDUSTRIAL.

| Nombre Comercial | Calle de mejorado sin cordón cuneta | Calle de tierra sin cordón cuneta | Desagües pluviales | Red de efluentes industriales o cloacal | Red de electricidad | Red de teléfono | Red de agua potable |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---|---------------------|-----------------|---------------------|
| 1. Electromaq | NO | SÍ | NO | SI | SÍ | NO | SI |
| 2. Establecimiento Santa Lucía | SÍ | NO | NO | SI | SÍ | NO | SI |
| 3. Holzheier Muebles | SÍ | NO | NO | SI | SÍ | NO | SI |
| 4. Macyj SRL – Stürtz Samuel, Barreto Claudio | SÍ | NO | NO | SI | SÍ | NO | SI |
| 5. Las Margaritas – Schiavi Cesar, Buffa Carolina | SÍ | NO | NO | SI | SÍ | NO | SI |
| 6. Todo Limp | SI | NO | NO | SÍ | SI | SÍ | SI |
| 7. Hormiwai, Gemwa | SÍ | NO | NO | NO | SI | SÍ | SI |
| 8. Tecnoalum | SÍ | NO | NO | NO | SI | SÍ | SI |
| 9. Planta de Hormigón Elaborado. LAR | SÍ | NO | NO | NO | SI | NO | SÍ |
| 10. Bicicletería Delgado | - | - | - | - | - | - | - |
| 11. Carrocerías Hugo Graas | SI | NO | NO | SÍ | SI | SÍ | SI |
| 12. Fuchs Nelson y Lell Horacio | | | | | | | |
| 13. Schneider Muebles para Baño | SÍ | NO | NO | SI | SÍ | NO | SI |
| 14. Industrias Metalúrgicas Sak | SÍ | NO | NO | SI | SÍ | SI | SÍ |
| 15. Santa Isabel – | SI | NO | NO | SÍ | SI | SÍ | SI |
| 16. M.T.H. SRL – Bolzán Orlando | | | | | | | |
| 17. Tecnovo | SI | NO | NO | SÍ | SI | SÍ | SI |
| 18. Plasform | SI | NO | NO | SÍ | SI | NO | SÍ |

TABLA 3. DATOS DE PRODUCCIÓN

| Nombre Comercial | Tipo de Productos | Cantidad de producción actual | Cantidad de producción proyectada |
|---|--|--------------------------------|--|
| 1. Electromaq | - Envasadoras de tres costuras de arroz, azúcar, etc. - Envasadoras de cuatro costuras. - Líneas de envasajes completos. - Cintas de pesajes. - Etc. | Productos fabricados a pedidos | Productos fabricados a pedidos |
| 2. Establecimiento Santa Lucía | Queso rallado | 800 Kg. diarios. | 1200 Kg. en el año 2010 |
| 3. Holzheier Muebles | - Muebles de hogar. - Muebles de Oficinas. - Muebles de supermercados. | Productos fabricados a pedidos | Productos fabricados a pedidos |
| 4. Macyj SRL – Stürtz Samuel, Barreto Claudio | - Contenedores de Huevos “Maples” moldeado celulosa | | |
| 5. Las Margaritas – Schiavi Cesar, Buffa Carolina | - Frutas en almíbar, mermeladas y dulces | | |
| 6. Todo Limp | - Detergente lavavajillas. | 1000 litros diarios | - |
| | - Limpia vidrios. | | - |
| | - Desengrasante de cocina. | | - |
| | - Limpiador multiuso. | | - |
| | - Fraccionamiento de cloro. | | - |
| | - Detergente para ropa. | 500 litros diarios | - |
| | - Suavizante para ropa. | | - |
| 7. Hormiwai, Gemwa | Hormigón | Por pedido | |
| 8. Tecnoalum | Aberturas de aluminio. | 450 mensuales | |
| 9. Planta de Hormigón Elaborado. LAR | - Hormigón elaborado. - Hormigón estructural. - Hormigón no estructural. | 500 m3 diarios. | 3000 m3 en el segundo semestre de 2006 |
| 10. Bicicletería Delgado | - | - | - |
| 11. Carrocerías Hugo Graas | - Carrocerías para acoplados. | | 5 mensuales. |
| 12. Fuchs Nelson y Lell Horacio | - Apicultura extracción de miel | | |
| 13. Schneider Muebles para Baño | - Muebles para baños. | 800 mensuales | |
| 14. Industrias Metalúrgicas Sak | - Desactivadoras industrial de soja. - Norias. - Cintas elevadoras. - Mezcladoras de chacinados para carnicerías. - Otros | | |
| 15. Santa Isabel – | - Fco. De Aves, Fca. Alimentos, Fca. Speller de soja. | 40.000 pollos | 65.000 pollos |
| 16. M.T.H. SRL – Bolzán Orlando | - Fabricación de puertas para cámaras de frío y cerramientos normas ISO 9002 con tratamiento de piletas de ácidos, tratamiento de freezer a gas | | |
| 17. Tecnovo | - Industrialización de ovoproductos Huevo líquido y en polvo | 50 Tn diarias | 50 Tn diarias |
| 18. Plasform | Fábricas de tanques de fibra de vidrio. (Tanques, piletas de natación, silos contenedores, autotopartes de vehículos) | Productos fabricados a pedidos | Productos fabricados a pedidos |

TABLA 4. PERSONAS QUE CONCURREN DIARIAMENTE AL PARQUE INDUSTRIAL

| Nombre Comercial | Cantidad de Personas que Trabajan* | Cantidad de Proveedores y/o Clientes (Promedio) |
|---|------------------------------------|---|
| 1. Electromaq | 3 | 1 |
| 2. Establecimiento Santa Lucía | 6 | 4 |
| 3. Holzheier Muebles | 7 | |
| 4. Macyj SRL – Stürtz Samuel, Barreto Claudio | | |
| 5. Las Margaritas – Schiavi Cesar, Buffa Carolina | | |
| 6. Todo Limp | 7 | 3 |
| 7. Hormiwai, Gemwa | 6 | - |
| 8. Tecnoalum | 20 | 5 |
| 9. Planta de Hormigón Elaborado. LAR | 10 | - |
| 10. Bicicletería Delgado | - | - |
| 11. Carrocerías Hugo Graas | 12 | 1 |
| 12. Fuchs Nelson y Lell Horacio | - | - |
| 13. Schneider Muebles para Baño | 13 | 1 |
| 14. Industrias Metalúrgicas Sak | 14 | 2 |
| 15. Santa Isabel – | 140 | - |
| 16. M.T.H. SRL – Bolzán Orlando | | |
| 17. Tecnovo | 55 | |
| 18. Plasform | 8 | - |

* Se refiere al personal directivo, gerencial, de staff, línea media o personal jerárquico, núcleo operacional y demás, cualquiera sea su situación contractual o relación con cada industria. Es decir, todas las personas que sean o dueños o realizan diariamente todo tipo de tarea o trabajo.

TABLA 5. SUPERFICIES DE CADA INDUSTRIA.

| Nombre Comercial | Superficie de la parcela | Superficie cubierta | Total Superficie cubierta Definitiva Proyectada | Superficie impermeabilizada |
|---|--------------------------|---------------------|---|-----------------------------|
| 1. Electromaq | 4000 m2 | 104 | | 520 m2 |
| 2. Establecimiento Santa Lucía | 2500 m2 | 168 m2 | 400 m2 | |
| 3. Holzheier Muebles | 10368 m2 | 1200 m2 | | |
| 4. Macyj SRL – Stürtz Samuel, Barreto Claudio | 9120 m2 | 1350 m2 | | |
| 5. Las Margaritas – Schiavi Cesar, Buffa Carolina | 1500 m2 | | | |
| 6. Todo Limp | 2310 m2 | 550 m2 | | 80 m2 |
| 7. Hormiwai, Gemwa | 5400 y 6000 | 414 m2 | | 250 m2 |
| 8. Tecnoalum | 5400 | 600 m2 | | 100 m2 |
| 9. Planta de Hormigón Elaborado. LAR | 16300 m2 | 70 m2 | 150 m2 | 6500 m2 |
| 10. Bicicletería Delgado | 3300 m2 | 48 m2 | 70 m2 | |
| 11. Carrocerías Hugo Graas | 10000 m2 | 2200 m2 | 6600 m2 | |
| 12. Fuchs Nelson y Lell Horacio | 3000 m2 | 216 m2 | | |
| 13. Schneider Muebles para Baño | 3040 m2 | 500 m2 | 810 m2 | |
| 14. Industrias Metalúrgicas Sak | 11000 m2 | 500 m2 | 1000 m2 | |
| 15. Santa Isabel – | 28507 m2 | 3730 m2 | | |
| 16. M.T.H. SRL – Bolzán Orlando | 5000 m2 | 3309 m2 | | |
| 17. Tecnovo | 21000 m2 | 3280 m2 | | |
| 18. Plasform | 3800 m2 | 150 m2 | 150 m2 | |

TABLA 6. CONSUMO DE AGUA POR INDUSTRIA

| Nombre Comercial | Consumo |
|---|---|
| 1. Electromaq | Similar consumo residencial familia tipo |
| 2. Establecimiento Santa Lucía | 1000 diarios (baño, lavado de máquinas y de piso) |
| 3. Holzheier Muebles | Similar consumo residencial familia tipo |
| 4. Macyj SRL – Stürtz Samuel, Barreto Claudio | |
| 5. Las Margaritas – Schiavi Cesar, Buffa Carolina | |
| 6. Todo Limp | 3000 litros diarios (lavado de máquinas) |
| 7. Hormiwai, Gemwa | Elaboración de H° |
| 8. Tecnoalum | Similar consumo residencial familia tipo |
| 9. Planta de Hormigón Elaborado. LAR | 1600 litros diarios |
| 10. Bicerletería Delgado | |
| 11. Carrocerías Hugo Graas | 200 litros diarios |
| 12. Fuchs Nelson y Lell Horacio | |
| 13. Schneider Muebles para Baño | Similar consumo residencial familia tipo |
| 14. Industrias Metalúrgicas Sak | Consumo de 14 personas. |
| 15. Santa Isabel – | 650.000 litros diarios |
| 16. M.T.H. SRL – Bolzán Orlando | |
| 17. Tecnovo | 100.000 litros diarios |
| 18. Plasform | 5000 litros mensuales |

Nota : A futuro se instalaran dos empresas.

- Frigorífico de aves (BUBY): procesando 16.000 pollos por día, con un consumo de agua de 30 litros por pollo.
- MTH Frigorífico de cerdos, ya faenados para elaboración de embutidos. Procesaran 400 cerdos por día con un consumo estimado de 5000 l/h, durante 8 horas diarias.

Esta información permitió identificar, cualificar y cuantificar a los beneficiarios directos del proyecto inmediatos, ya sean personas u organizaciones, y al mismo tiempo se pudo determinar como interactúan con el Proyecto, ya sean como factores facilitadores u obstaculizadores de la ejecución y prestación de servicios del mismo. Estas conclusiones serán utilizadas en la formulación y análisis de alternativas.

También con esta información se detectó cuales eran las empresas que determinaban la cantidad y calidad del efluente total del PI, esto es por su tamaño, generación de efluentes, caudales y carga contaminante. Resultando que en la actualidad existen dos empresas que por las características de sus efluentes resultan relevantes en esta determinación.

Para estas empresas se procedió a recorrer las instalaciones en compañía de los responsables de producción de cada una de ellas. Resultando de estas visitas una observación in situ del proceso productivo, medición de caudales de cada una de ellas, horarios de producción, picos de volcados, y tomas de muestras para la de determinación de DQO en sus respectivos efluentes.

Por otro lado se hicieron sugerencias de cómo minimizar el volcado de efluentes líquidos y/o reducir su carga contaminante.

III. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

1. ESTUDIO DE LA OFERTA Y DEMANDA ACTUAL Y FUTURA DE AGUA POTABLE EN EL PARQUE INDUSTRIAL

1. Descripción del Sistema de Agua Potable

El sistema de provisión de potable del Parque Industrial está integrado por los rubros captación, impulsión, reserva, tratamiento e red de distribución, cuyas características principales son:

- **Captación**

Está compuesto por una perforación de 123 metros de profundidad, encamisada con cañería portafiltros de 10 pulgadas, la cual posee en su extremo inferior un filtro de acero inoxidable de 8 pulgadas de diámetro y 12 metros de longitud. Existe actualmente otra perforación de las mismas características fuera de servicio.

- **Impulsión**

Está compuesta por una bomba con capacidad de bombeo, en las actuales condiciones de niveles estáticos y dinámicos del acuífero, de 40 m³/hora, la cual bombea y eleva a través de las cañerías de impulsión a la reserva elevada.

- **Reserva Elevada**

Es un tanque elevado del tipo hongo con una capacidad de almacenamiento de 200 m³.

- **Tratamiento**

Es realizado en la cañería de bajada del tanque elevado y consiste en la inyección, mediante una bomba a diafragma, de hipoclorito de sodio.

- **Red De Distribución**

Consiste básicamente en cañerías de PVC que distribuyen el agua a las industrias. La red está conformada por una cañería principal de Ø 110 mm cuya traza está dispuesta en el espacio verde oeste de la calle principal. Cañerías secundarias de Ø 75 mm tienen sus trazas en el espacio verde sur de la calle sur, y en el espacio verde oeste de la calle inmediata paralela a la calle principal.

1. Oferta y Demanda de Agua Potable

- **Oferta de Agua Potable**

Si bien no se tienen registro del régimen de bombeo de la perforación en explotación, en las actuales condiciones, y con un régimen aconsejado de bombeo de 10-15 horas diarias, se estima que el sistema de provisión de agua potable del Parque Industrial puede brindar a las industrias instaladas una **oferta actual de agua potable** del orden de **600 m³ diarios**. A esta oferta hay que sumarle las extracciones de agua de perforaciones propias que tienen algunas industrias.

Para el futuro, si la demanda así lo exige, es posible incorporar la segunda perforación (hoy fuera de servicio), lo que dotaría al sistema de provisión de agua potable del Parque Industrial una

oferta futura de agua potable del orden de **1000-1200 m³ diarios**. A esta oferta futura hay que agregarle las perforaciones propias que algunas industrias poseen.

- ***Demanda de Agua Potable***

Si bien las industrias instaladas utilizan el servicio de agua potable del parque industrial, este sistema no registra mediciones de consumo. Además hay actualmente dos industrias que consumen grandes cantidades de agua de perforaciones propias.

Las demandas actuales y futuras de agua del parque industrial fueron determinadas a partir de los requerimientos de agua de los distintos procesos productivos y otros usos que cada una de las industrias posee.

Así se estableció que la **demanda actual máxima de agua potable** es del orden de los **800-900 m³ diarios**.

Del mismo modo, y teniendo en cuenta las posibles industrias ha instalarse en el futuro, se determinó que la **demanda futura máxima de agua potable** será del orden de los **1200-1400 m³ diarios**.

2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE DESAGÜES CLOACALES E INDUSTRIALES DEL P I, SOBRE LA BASE DE SUS COMPONENTES EXISTENTES

1. *Efluentes de las Industrias*

Sobre la base del estudio realizado hasta aquí, surge que los efluentes de las industrias, aportan al sistema de desagües cloacales e industriales del PI los siguientes caudales:

TABLA 7. CAUDALES ACTUALES

| CAUDALES | ACTUALES | | |
|------------------------|---------------------|-------------------|---------|
| | m ³ /día | m ³ /h | lts/seg |
| Medio diario | 500 | 20.83 | 5.79 |
| Mínimo diario | 120 | 5.00 | 1.39 |
| Mínimo absoluto diario | 80 | 3.33 | 0.93 |
| Máximo diario | 700 | 29.17 | 8.10 |
| Máximo horario | 1300 | 54.17 | 15.05 |

2. *Descripción del Sistema Desagües Cloacales e Industriales del PI*

El sistema de desagües cloacales e industriales está compuesto por los rubros red de colectoras, colector, planta de tratamiento y descarga al cuerpo receptor, el Plano N° PP1 “Relevamiento de la red de desagües cloacales e industriales y planta de depuración Parque Industrial” nos muestra planimetría y cotas del sistema.

Del relevamiento surge:

- **Red de Colectoras**

Esta ejecutada en cañería de PVC de Ø 200 y 160 mm, con bocas de registro de hormigón de Ø 1,60 m y tapas de fundición. La traza está dispuesta de manera simple por el espacio verde de las veredas tal como lo muestra el plano N° PP1. Durante el relevamiento se observó un buen estado de conservación y limpieza en las cañerías.

- **Colector**

Tiene un trazado corto de aproximadamente 200 m, entre la ultima boca de registro ubicada en el predio del parque y la boca de registro ubicada en el predio de las lagunas (muy próxima a la cámara de rejillas). La cañería de PVC de Ø 250 mm.

- **Planta de Tratamiento**

Como ya se ha expresado el sistema de tratamiento está compuesto por tres lagunas que operan en forma anaeróbica-facultativa-facultativa.

3. Descripción y verificación del Tratamiento

Los parámetros de funcionamiento actuales del sistema de lagunas son:

- **Cálculo de superficie**

Según las dimensiones explicitadas en el esquema 1, se estiman las siguientes superficies para el sistema de lagunas:

Sistema laguna anaeróbica: $60 \times 50 + (116-60) \times 50 / 2 = 4400 \text{ m}^2$

Total sup. anaeróbica = 0,44 Ha

Sistema de lagunas facultativas: $110 \times 27 + 110 \times 92 + (177-92) \times 110 / 2 = 17.765 \text{ m}^2$

Total sup. facultativas = 1,77 Ha

- **Calculo de volúmenes**

El sistema anaeróbico tiene una profundidad media de diseño de 3 metros, por lo tanto:

Volumen anaeróbico: $4400 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} = 13.200 \text{ m}^3$

El sistema aeróbico facultativo tiene 1,2 m de profundidad media de diseño, por lo tanto:

Volumen aeróbico facultativo: $17.765 \text{ m}^2 \times 1,2 \text{ m} = 21.318 \text{ m}^3$

- **Tiempo de residencia hidráulico promedio**

Para el cálculo del tiempo de residencia hidráulico promedio, se considera el caudal promedio diario actual y el máximo caudal promedio con la capacidad actual instalada.

♦ Con caudal promedio diario actual:

Sistema anaeróbico:

$$\text{TRH anerob.} = 13.200 \text{ m}^3 / 500 \text{ m}^3 / \text{día} = 26,4 \text{ días}$$

Sistema aeróbico facultativo:

$$\text{TRH facult.} = 21318 \text{ m}^3 / 500 \text{ m}^3 / \text{día} = 42,6 \text{ días}$$

♦ Con caudal promedio máximo:

Sistema anaeróbico:

$$\text{TRHmin anerob.} = 13.200 \text{ m}^3 / 700 \text{ m}^3 / \text{día} = 18,8 \text{ días}$$

Sistema aeróbico facultativo:

$$\text{TRHmin. facult.} = 21318 \text{ m}^3 / 700 \text{ m}^3 / \text{día} = 30,4 \text{ días}$$

- ***Cálculo de las cargas de contaminantes***

Se calculan las cargas de contaminantes, expresadas en Kg de DBO por día y por hectárea para los dos sistemas de lagunas, además, se calcula para las dos condiciones actuales de caudales promedio y máximo.

Para ambos casos se considera un valor de DBO del efluente medio de:

$$\text{DBO} = 3500 \text{ mg/l} = 3,5 \text{ Kg./m}^3$$

♦ Con caudal promedio diario actual:

$$\text{Carga anaeróbica} = 500 \text{ m}^3/\text{día} \times 3,5 \text{ Kg. DBO} / \text{m}^3 / 0,44 \text{ Ha} = 3977$$

$$\text{Carga anaerob.prom.} = 3977 \text{ Kg. DBO/Ha.día}$$

Carga aeróbica facultativa: para este sistema se considera una eficiencia del sistema anaeróbico del 70 %. Por lo tanto el valor de DBO a la salida del sistema anaeróbico es de: $\text{DBO} = 1050 \text{ mg/l} = 1,05 \text{ Kg./m}^3$

$$\text{Carga aeróbica facultativa} = 500 \text{ m}^3/\text{día} \times 1,05 \text{ Kg. DBO} / \text{m}^3 / 1,77 \text{ Ha} = 282$$

$$\text{Carga aerob.facult. Prom.} = 282 \text{ Kg. DBO/Ha.día}$$

♦ Con caudal promedio máximo:

$$\text{Carga anaeróbica} = 700 \text{ m}^3/\text{día} \times 3,5 \text{ Kg. DBO} / \text{m}^3 / 0,44 \text{ Ha} = 5568$$

$$\text{Carga anaerob.max.} = 5568 \text{ Kg. DBO/Ha.día}$$

Para el siguiente calculo se considera un rendimiento del primer sistema del 70 %.

$$\text{Carga aeróbica facultativa} = 700 \text{ m}^3/\text{día} \times 1,05 \text{ Kg. DBO} / \text{m}^3 / 1,77 \text{ Ha} = 415$$

$$\text{Carga aerob.facult. max.} = 415 \text{ Kg. DBO/Ha.día}$$

4. Conclusiones Sobre Sistema Actual de Lagunas

De los resultados obtenidos se concluye que la primera laguna opera anaeróbicamente con una eficiencia de tratamiento de 77%. La eficiencia medida de la segunda laguna es de aproximadamente 43 % y opera en condiciones facultativas con una muy delgada capa aeróbica. La eficiencia total del sistema es del 87 %. En todos los caso la eficiencia se refiere a la remoción de DBO.

Se compara los parámetros de funcionamiento con los valores medios de lagunas similares encontrados en la bibliografía, ver anexo III-4.

La laguna A anaerobia funciona principalmente como separador, su tiempo de retención (18 días) esta por debajo de lo recomendado (20 – 50 días), su carga específica de 5568 Kg de DBO / ha día, es diez veces mayor al máximo recomendado.

La Laguna B y C que en el diseño original se presenta como facultativa, está operando realmente como anaerobia, su tiempo de retención (30 días) esta acorde con los valores recomendados (3 – 30 días), su carga específica de 415 Kg de DBO / ha día, es el doble del máximo recomendado.

5. Resumen del Estado Actual de las Lagunas

Abandono total y falta de mantenimiento de las lagunas y del tendido de cañerías.

Descarga de material sólido que disminuye significativamente el volumen de diseño original y, consecuentemente, el tiempo de retención parcial (de cada laguna) y total del sistema.

Generación de olores desagradables mayor de lo normalmente aceptado para este tipo de tratamiento.

La incorporación al PI de fábricas que no fueron contempladas en el diseño original del sistema de tratamiento del mismo.

No hay una acción articulada ni control de los efluentes de los miembros del PI para mejorar el sistema de tratamiento de las lagunas.

El color rojo a rosado de la segunda laguna es una indicación de la presencia de bacterias púrpuras del azufre en lagunas anaerobias y/o la presencia de algas rojas en lagunas anaerobias.

6. Recomendaciones

Se puede mejorar notoriamente el sistema de tratamiento actual mediante las siguientes acciones:

- Limpieza del fondo de todas las lagunas.
- Remoción de la capa superficial semi-sólida de la primera laguna.
- Instalación de cámara de rejillas.
- Recomendaciones a seguir por parte de las empresas que conforman el parque industrial, según cada proceso productivo.

- Favorecer la aireación de la segunda laguna mediante aireación mecánica superficial o aireación difusa con aire comprimido o por combinación de ambas.

-Constante seguimiento y control de la operación del sistema.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL DIAGNÓSTICO

1. *Referidas al Marco Legal e Institucional*

- **Conclusiones**

Del análisis del marco legal e institucional vigente del Área de Asentamiento Industrial de Crespo se concluye que:

- ♦ Con la creación del Área de Asentamiento Industrial se diseñaron e instalaron las lagunas de tratamientos de efluentes industriales administradas por la Municipalidad de Crespo.
- ♦ La creación e instalación de un Área de Asentamiento Industrial no implica la creación e implementación de un Parque Industrial, creado como persona jurídica de regulación y control.
- ♦ La falta de un Organismo de regulación y control ha sido uno de los factores que ha facilitado el no-cumplimiento de las normas ambientales y el no-tratamiento previo de efluentes industriales depositados en las Lagunas municipales instaladas para tal efecto.
- ♦ La normativa no establece la materia propia del Área de Asentamiento Industrial en la regulación y control de las industrias radicadas o a radicarse en la jurisdicción del Área o de las actividades que las mismas desarrollan, por no estar creado como persona jurídica de carácter público. Es decir, que las jurisdicciones estatales provincial y municipal no han delegado en ningún organismo de control estas facultades, pero tampoco han cumplido de forma eficaz esa función.
- ♦ Tampoco está identificada, ni determinada legalmente la fuente de financiamiento de las actividades derivadas del control y regulación de las Industrias radicadas en el Área.
- ♦ Salvo lo establecido en el Código en el Anexo A “Sección 4 – Características de los Distritos del Área Urbana” que regula los usos y servicios del Distrito Industrial y del Distrito Expansión Industrial, **no se regula, ni se establece** los servicios que debe prestar el Área a las Industrias radicadas en el mismo. Por la tanto, tampoco están regulados los procedimientos administrativos y procesos de prestación de servicios.
- ♦ No está fijada la misión y funciones del mismo.
- ♦ No se ha creado e implementado una estructura organizacional de administración, regulación, y control del Área.

Por otro lado, en materia de urbanización se concluye que:

- ♦ En el Distrito del Área de Expansión Urbana (EXU), Anexo A “Sección 3 Delimitación de Distritos y Áreas”, Art. 3.5.1 el Distrito EXU1 que tiene como límite norte Calle Pública (hoy Alemanes del Volga) ubicada a una distancia aproximada de seiscientos metros (600) del límite sur del Área de Asentamiento Industrial, se permite en forma no recomendable la construcción de conjuntos habitacionales.

- ◆ En la actualidad las viviendas construidas más próximas del Área de Asentamiento Industrial distan aproximadamente 1200 metros, ubicadas en la zona urbana del ingreso de la ciudad, cuyo límite es la calle 9 de julio.

- **Recomendaciones**

Por lo expuesto anteriormente, se recomienda:

- * Transformar el Área de Asentamiento Industrial de Crespo en Parque Industrial, conforme a la normativa provincial y municipal. Para ello, es necesario crear e instalar una organización que administre, regule y controle la prestación de servicios del Parque Industrial a las Industrias instaladas o a instalarse en el mismo, como así también, que regule y controle, en materia que le sea propia, a las actividades desarrolladas por las industrias radicadas en su jurisdicción.

- * También se recomienda, que mediante normativa municipal se prohíba la construcción de viviendas o conjuntos habitacionales en el Distrito EXU1 previsto en los Códigos de Normas Básicas de Uso, Ocupación y Subdivisión del Suelo, Anexos A que establece el Código de Uso y Ocupación del Suelo.

2. *Referidas a los Efluentes y su Tratamiento*

- **Estado actual**

Sobre la base del estudio realizado hasta aquí, surge como conclusión que, los efluentes del PI Crespo están dominados tanto en carga como en caudal por los efluentes del Frigorífico Santa Isabel. Teniendo en cuenta la caracterización actual de los efluentes del frigorífico Santa Isabel, se concluyó que sus valores de descarga se encuentran por encima de los que se consideran normales para este tipo de industria. Se supone que las causas pueden ser adjudicables a la elevada tasa de reutilización de agua y a un funcionamiento no óptimo del sistema de separación de vísceras. Cabe recordar que se supone una concentración de 3500mg/lit de DBO y un caudal máximo diario de 600m³ para esta industria en capacidad máxima de 60 mil pollos diarios. Mientras que datos de distintas bibliografía coinciden en suponer valores de 1100 mg/lit de DBO y caudal de 900 m³/día para la misma producción diaria.

La base de cálculo para el diseño de plantas de tratamiento de efluentes debe considerar las expansiones futuras de las plantas existentes y la radicación de nuevas plantas en el Área Industrial.

- **Evolución a futuro**

Según los datos de la encuesta realizada (Punto II-5) cabe esperar, para los próximos años, un incremento en la capacidad de algunas empresas, Tecnovo principalmente, y la instalación de dos nuevas empresas que generarán efluentes con alto impacto en el sistema. Sobre la base de las estimaciones realizadas a partir de las encuestas, se concluye que un matadero y frigorífico de aves aportará un caudal y carga importantes, similares a las del Frigorífico Santa Isabel (Pollos Bubby) y una planta de procesamiento de cerdos aportará un caudal y carga de menor importancia.

Sobre la base de los datos obtenidos de la encuesta, los aportes de efluentes serán:

| Empresa | Caudal | Carga en DBO |
|--------------|-------------------------|------------------------|
| Santa Isabel | 600 m ³ /día | 3.5 Kg./m ³ |

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Pollos Bubby (nueva) | 480 m ³ /día | 1.0 Kg./m ³ |
| Tecnovo | 100 m ³ /día | 3.0 Kg./m ³ |
| Frig. Cerdos (nueva) | 20 m ³ /día | 0.8 Kg./m ³ |
| Resto de las empresas | 50 m ³ /día | 0.3 Kg./m ³ |
| Total | 1250 m³/día | 2.3 Kg./m³ |

Como se puede observar, la concentración en DBO del efluente combinado resulta sumamente elevada.

Los valores permitidos por la legislación municipal, indican un máximo de 250 mg/lit para el volcado en el colector del PI Crespo.

De lo expresado hasta aquí, surgen los caudales que las industrias aportarán en el futuro al sistema de desagües cloacales e industriales del PI:

TABLA 8. CAUDALES FUTUROS PROYECTADOS

| CAUDALES | PROYECTADOS | | |
|------------------------|---------------------|-------------------|---------|
| | m ³ /día | m ³ /h | lts/seg |
| Medio diario | 850 | 35.42 | 9.84 |
| Mínimo diario | 150 | 6.25 | 1.74 |
| Mínimo absoluto diario | 100 | 4.17 | 1.16 |
| Máximo diario | 1200 | 50.00 | 13.89 |
| Máximo horario | 2400 | 100.00 | 27.78 |

- ***Alternativas para el tratamiento de las aguas residuales del Parque Industrial de Crespo***

La selección de las alternativas para el tratamiento de los efluentes líquidos del área industrial depende de numerosos factores, muchos de los cuales fueron analizados en las secciones previas. Entre otros aspectos adicionales que deben considerarse está el nivel de capacitación del grupo de trabajo que operará la planta y la cantidad de personas disponibles para tal función. Si bien existen costos que son comunes a diferentes alternativas de tratamiento, otro aspecto que se debe evaluar son los recursos asignados para mantenimiento y operación del sistema. No obstante, en esta etapa del proyecto se prescinde de los aspectos económicos, poniendo énfasis en potenciales alternativas factibles desde el punto de vista técnico.

Dependiendo de los valores de concentración del líquido que ingresa a la planta de tratamiento, una de las alternativas puede consistir en lagunas de estabilización. Un sistema de lagunado puede presentar distintas configuraciones, a saber: lagunas aneróbicas-facultativas en serie, lagunas facultativas en serie; lagunas facultativas en paralelo. La desventaja que presenta el tratamiento anaerobio es la generación de olores nauseabundos.

Otras alternativas basadas en procesos aerobios como lechos percolares y sistemas de barros activados no son a priori aconsejados para este caso debido a que requieren un tratamiento posterior de los barros producidos en exceso, lo que implica mayor disponibilidad de recursos y personal.

Por otra parte, debe evaluarse la posibilidad de reacondicionar el sistema de lagunas actual, éstas deberán operar como facultativas para evitar la generación de olores y sus efectos negativos sobre la ciudad de Crespo, como ocurre actualmente.

De esta manera, las alternativas más aptas para el tratamiento de los efluentes industriales del área industrial que aparecen a priori como las factibles son:

- a) Un sistema de las actuales lagunas debidamente reacondicionado, operando como lagunas facultativas. En tal caso, el cuerpo receptor es el actual.
- b) Un nuevo sistema de lagunas facultativas en serie en el nuevo terreno, descargando el líquido tratado al nuevo cuerpo receptor.

IV. PLANTEO DE ALTERNATIVAS DE ANTEPROYECTOS PRELIMINARES

1. INTRODUCCIÓN

Según la tipificación actual y futura de industrias radicadas y a radicarse en el P.I existe una clara diferenciación entre aquellas industrias que generan efluentes líquidos de baja carga orgánica, y otras generadoras de efluentes con alta cargas orgánicas.

Para establecer los parámetros de diseño de las alternativas de tratamientos a aplicar a los efluentes industriales y cloacales, fijar el máximo de carga orgánica de tales efluentes, resulta de elemental importancia, es decir, es imprescindible definir cuales serán los límites de vertido que la autoridad exigirá a las empresas integrantes del P.I. . En este sentido la Ordenanza N° 17/86 de la Municipalidad de Crespo, reglamentada mediante el Decreto N° 152/86 del Departamento Ejecutivo Municipal, establece límites al vuelco de las industrias. Estos límites espresan los valores máximos de distintos parámetros que caracterizan al efluente industrial, como por ejemplo la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) tiene como máximo el valor de 250 mg/lts.

Para alcanzar estos valores, las industrias generadoras de mayor carga orgánica en sus afluentes líquidos, deben llevar a cabo tratamientos primarios y secundarios; es decir, que, tendrán que adecuar sus efluentes a un valor semejante al que vierten el resto de las demás industrias. Para ello, estas industrias deberán poseer dentro de sus predios, dispositivos primarios (decantadores-desengrasadores) y dispositivos secundarios (compactos).

Conforme a lo expresado y, considerando que se está proyectando el tratamiento de efluentes líquidos, el cual será un “tratamiento común” para todas las industrias, se plantean para su evaluación y selección dos alternativas de tratamientos:

- * *Alternativa A: Lagunas actuales reacondicionadas, operando como facultativas.*
- * *Alternativa B: Nuevas lagunas facultativas ubicadas en el lote 1, al sureste de la ciudad a 10 Km del PI.*

2. ESTUDIOS DE LAS ALTERNATIVAS Y SUS COMPONENTES

1. *Alternativas A: Lagunas Actuales Reacondicionadas*

Esta alternativa prevé el reacondicionamiento del actual sistema de lagunas, para lo cual se desactivaría la primer laguna (anaerobia), quedando el sistema conformado por la segunda y tercer laguna, a la cual se la ampliaría. Resumiendo, los líquidos efluentes provenientes de las industrias serán conducidos a través de la red de colectoras hasta una boca de registro que se construirá en coincidencia con la proyección del primer terraplén de la primer laguna, tal como lo indica el plano N° PP8, y desde este punto un colector conducirá los efluentes hasta la actual segunda laguna.

Los componentes de esta alternativa son:

- * Colector
- * Lagunas actuales reacondicionadas.
- * Descarga.
- * A° las Vertientes.

2. Alternativas B: Nuevas Lagunas Facultativas Ubicadas en el Lote 1

Esta alternativa prevé que los líquidos efluentes provenientes de las industrias sean conducidos a través de la red de colectoras actual hasta una boca de registro que se construirá interceptando esta cañería en inmediaciones del ingreso del P.I, tal como lo indica el plano N° PP7. Desde este punto, un colector conducirá los efluentes hasta una estación elevadora. Esta impulsará los líquidos a través de una cañería de aproximadamente 10 Km de longitud, hasta las nuevas lagunas que se implantarán en el predio denominado lote 1, luego a través de una cañería se conducirán los líquidos ya tratados hacia el punto donde se producirá la descarga en el arroyo Gómez.

Los componentes de esta alternativa son:

- * Colector
- * Estación elevadora.
- * Impulsión.
- * Nuevas lagunas facultativas ubicados en el lote 1.
- * Descarga
- * A° Gómez.

3. Memoria Técnica de los Componentes de las Alternativas

• Caudales de Diseño

A los efectos de definir los caudales de diseño sé tubo en cuenta los caudales observados durante el relevamiento y la proyección realizada en función del tipo de industrias que prevén instalarse en el Parque industrial en los próximos años. Los caudales actuales son los observados, y los caudales proyectados surgen de la estimación en función de un escenario hipotético del Parque industrial en los próximos años.

TABLA 9. CAUDALES DE DISEÑO

| CAUDALES | ACTUALES | | | PROYECTADOS | | |
|------------------------|----------|-------|---------|-------------|--------|---------|
| | m³/día | m³/h | lts/seg | m³/día | m³/h | lts/seg |
| Medio diario | 500 | 20.83 | 5.79 | 850 | 35.42 | 9.84 |
| Mínimo diario | 120 | 5.00 | 1.39 | 150 | 6.25 | 1.74 |
| Mínimo absoluto diario | 80 | 3.33 | 0.93 | 100 | 4.17 | 1.16 |
| Máximo diario | 700 | 29.17 | 8.10 | 1200 | 50.00 | 13.89 |
| Máximo horario | 1300 | 54.17 | 15.05 | 2400 | 100.00 | 27.78 |

A continuación se describirán técnicamente cada uno de los componentes de las alternativas planteadas anteriormente.

• Colectores

A partir de la construcción de una boca de registro que se implantará interceptando la cañería colectora existente, comenzarán los colectores, que en función de cada alternativa tendrán trazas dirigidas: por el terraplén de la primer laguna hacia la segunda laguna ó, con una traza hacia

la estación elevadora, tal como lo indican los planos N° PP7 y PP8 respectivamente. La longitud variará según la alternativa entre aproximadamente de 300 m y 450m y contarán con tres bocas de registro. Estos colectores serán de PVC y tendrán un diámetro de 250 mm.

- **Estación elevadora e impulsión**

A continuación se describirán, la impulsión y la estación elevadora, donde se ubicarán tres equipos de bombeo que impulsarán el líquido proveniente del colector, hasta la planta de tratamiento ubicada en el Lote 1, a una distancia de 9985 m. Este tendido se realizará empleando cañería de PVC, $\Phi = 0,25$ m ($\Phi_{\text{interior}} = 0,2354$ m); el múltiple de salida de la estación, se ubicará de manera tal de poder colocar las válvulas de retención y válvulas esclusas o globo en una cámara que las alojarán; desde allí, y mediante una pieza de transición para unirla con los caños de PVC seguirá el tendido explicitado en el plano respectivo. Esta cañería será diseñada de manera tal que en los cambios de pendiente, se les colocarán los ramales de correspondientes a las cámaras de válvulas de aire y a las cámaras de desagües consideradas.-

Teniendo en cuenta, por un lado el tipo de obra, en lo referido a su magnitud (10 km de cañería a presión), y por otro, la incertidumbre respecto al crecimiento del parque industrial (cantidad y tipos de industrias), se consideró necesario incorporar resguardo en el diseño de los distintos componentes de la obra. Para ello se estableció un coeficiente de seguridad del 62,5% para el cálculo del caudal de diseño.

$$Q_{\text{max hor.}} = 100 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ó } 0,0278 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{diseño}} (Q_{\text{b 20}}) = 1.625 * Q_{\text{max hor}}$$

$$Q_{\text{diseño}} (Q_{\text{b 20}}) = 100 \text{ m}^3/\text{h} * 1.625 = 162,5 \text{ m}^3/\text{h} \text{ ó } 0,045 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Los parámetros que sirvieron para el dimensionamiento de la cañería de impulsión, tal lo consignado en los planos: N° PP7; N° PP9 y N° PP10, serán expuestos así:

- **Diámetro económico:**

Se ha considerado el caudal de diseño para la impulsión:

$$Q = 0,045 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Aplicaremos dos expresiones para determinar el diámetro más económico:

$$D_{\text{máx}} = M * Q^{0,478} \text{ Utilizado para cañerías a presión, considera la fuerza tractiva crítica.}$$

$$M : \text{coef. f(c de Williams-Hanzen)} = 1,14$$

$$D_{\text{máx}} = M * Q^{0,478} = 0,2598 \text{ m.}$$

$$D_{\text{econ.}} = 1,3 * X^{0,25} * Q^{0,5}$$

donde $X = 0,8$ = horas de bombeo / horas del día.-

$$D_{\text{econ.}} = 1,3 * X^{0,25} * Q^{0,5} = 0,261 \text{ m.}$$

Posteriormente se ha realizado una comparación con los precios de excavación, tapado, caños, etc., arrojando un resultado que nos hace definir de utilizar, $\Phi = 0,25$ m ($\Phi_{\text{interior}} = 0,2354$ m) la velocidad sería $V = 1,034$ m/seg.; considerando que con la velocidad $V \geq 1,00$ m/seg. se evita la sedimentación del sólido en suspensión que arrastra el efluente del parque.

En planilla siguiente se corrobora el diámetro más económico empleando el costo anualizado del tendido:

TABLA 10. MÉTODO DE COSTO ANUALIZADOS

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|
| 9985 (m) Longitud | | | | 1400 (Kg/m3) gama caño | | | | 20 n años | | |
| 2335 (m3/d) QC20 | | | | 3346 (h/año) TAb | | | | 0.03106 Alfa | | |
| 3025 (m3/d) QE20 | | | | 4.2 (\$/Kgcaño) S | | | | 0.12 Tasa int. | | |
| 3900 (m3/d) Qb20 | | | | 0.18 (\$/KWh) CE | | | | 140 CHW | | |
| 1355 (m3/d) Qmín | | | | 0.65 Rendimiento (R) | | | | 1.1 m | | |
| Gu: Peso unitario caño | | | | Cuc: Costo unitario caño | | | | E: Costo (excav.+ tap. y Comp.) | | |
| Cuca: Costo anual (Cuc + E) | | | | j: perdida de carga (Williams-Hazzen) | | | | J cañería: j * L | | |
| V: Velocidad | | | | j sing: perdidas de cargas singulares | | | | Hm: altura manométrica | | |
| N: (1000*Qb*Hmax)/(102*R*86400) | | | | | | | | | | |
| Cbau: (CE*2.779*10 ⁻⁶ /R)*(L*Qb ^{2.85} /CHW ^{1.85} /((Qmin/Qb) ^{1.85} /(L*Dint. ^{4.87})) | | | | | | | | | | |
| Cua: N*Cbau | | | | | | | | | | |

| Diámetro | Material | D. Interno | Espesor | Gu | Cuc | E | Cuca | N | Cbau | Cua |
|------------|-------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|--------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| (m) | | (m) | (m) | (Kg/m) | (\$/m) | (\$/m) | (\$.m/año) | (Kw) | (\$.m/año) | (\$.m/año) |
| 110 | PVC cl - 6 | 0.104 | 0.0032 | 1.512 | 6.3503 | 42.16 | 6.494 | 11.14 | 57.45 | 63.95 |
| 140 | PVC cl - 6 | 0.132 | 0.0042 | 2.440 | 10.2467 | 42.16 | 7.016 | 5.82 | 17.92 | 24.94 |
| 160 | PVC cl - 6 | 0.151 | 0.0047 | 3.195 | 13.4191 | 42.16 | 7.441 | 4.66 | 9.29 | 16.73 |
| 200 | PVC cl - 6 | 0.188 | 0.0059 | 4.990 | 20.9562 | 42.16 | 8.450 | 3.83 | 3.14 | 11.59 |
| 225 | PVC cl - 6 | 0.212 | 0.0066 | 6.319 | 26.5414 | 42.85 | 9.290 | 3.64 | 1.77 | 11.27 |
| 250 | PVC cl - 6 | 0.235 | 0.0073 | 7.806 | 32.7858 | 43.53 | 10.217 | 3.55 | 1.06 | 11.06 |
| 315 | PVC cl - 6 | 0.297 | 0.0092 | 12.393 | 52.0493 | 51.92 | 13.919 | 3.45 | 0.34 | 14.26 |
| 355 | PVC cl - 6 | 0.334 | 0.0104 | 15.734 | 66.0823 | 65.93 | 17.674 | 3.43 | 0.19 | 17.87 |
| 400 | PVC cl - 6 | 0.377 | 0.0117 | 19.979 | 83.9138 | 70.95 | 20.733 | 3.42 | 0.11 | 20.84 |
| 500 | A°C° | 0.500 | 0.0150 | 35.218 | 147.9151 | 90.56 | 31.927 | 3.41 | 0.03 | 31.95 |

| Diámetro | Material | D. Interno | j | J cañería | V | J Sing. | Hm | N |
|----------|------------|------------|--------|-----------|---------|---------|-------|--------------|
| (m) | | (m) | (m/m) | (m) | (m/seg) | (m) | (m) | (Kw) |
| 110 | PVC cl - 6 | 0.104 | 0.0023 | 6.71246 | 5.35 | 4.6556 | 16.37 | 11.14 |
| 140 | PVC cl - 6 | 0.132 | 0.0007 | 2.09348 | 3.32 | 1.4520 | 8.55 | 5.82 |
| 160 | PVC cl - 6 | 0.151 | 0.0004 | 1.08547 | 2.53 | 0.7529 | 6.84 | 4.66 |
| 200 | PVC cl - 6 | 0.188 | 0.0001 | 0.36660 | 1.62 | 0.2543 | 5.62 | 3.83 |
| 225 | PVC cl - 6 | 0.212 | 7E-05 | 0.20621 | 1.28 | 0.1430 | 5.35 | 3.64 |
| 250 | PVC cl - 6 | 0.235 | 4E-05 | 0.12327 | 1.04 | 0.0855 | 5.21 | 3.55 |
| 315 | PVC cl - 6 | 0.297 | 1E-05 | 0.04000 | 0.65 | 0.0277 | 5.07 | 3.45 |
| 355 | PVC cl - 6 | 0.334 | 8E-06 | 0.02237 | 0.51 | 0.0155 | 5.04 | 3.43 |
| 400 | PVC cl - 6 | 0.377 | 4E-06 | 0.01250 | 0.41 | 0.0087 | 5.02 | 3.42 |
| 500 | A°C° | 0.500 | 1E-06 | 0.00314 | 0.23 | 0.0022 | 5.01 | 3.41 |

- *Diámetro adoptado:*

Por lo expuesto consideramos adoptar la cañería de P. V. C., $\Phi = 0,25$ m ($\Phi_{interior} = 0,2354$ m) y una velocidad de $V = 1,034$ m/seg., clase 6 Kg./cm² que se verificará al golpe de ariete, para un $Q = 0,045$ m³/seg.; El desnivel entre la progresiva 0,00 m y 9985,00 m se observa en el plano N° PP8, donde se trazó el perfil longitudinal del intradós de la cañería que se colocará.

Se ha respetado la pendiente del intradós con $i = -0,004$ e $i = +0,002$, en el sentido de circulación del líquido que permite la evacuación del aire de la cañería. En el plano se observa la referencia respecto a la ubicación de cámaras para (incluidas) válvulas de aire del tipo para líquidos

cloacales y; cámaras para limpieza con su correspondiente válvula globo o esclusas para limpieza de la cañería, (para esta limpieza debe tenerse la precaución correspondiente, teniendo en cuenta lo contaminante del líquido, empleando camiones atmosféricos en el desagote para no liberar sobre cunetas el líquido, sino disponerlo convenientemente en las lagunas o en otro lugar que las autoridades lo dispongan).

Debe considerarse en el cómputo métrico de las cámaras para válvulas de aire los siguientes elementos: mampostería ó tubos de H° A° como cámara; lozas de fondo y tapa de H° A° donde se incluirá la caja de fundición de acceso; en la cañería de PVC se debe considerar los ramales de conexión entre la impulsión y la válvula de aire; la curva con base brida y espiga para unir al te y unir a la válvula; la válvula de aire para líquidos cloacales si es posible de doble efecto.-

Para las cámaras de limpieza debe considerarse en el cómputo métrico: mampostería ó tubos de H° A° como cámara; lozas de fondo y tapa de H° A° donde se incluirá la caja de fundición de acceso; en la cañería de PVC se debe considerar los ramales de conexión entre la impulsión y la válvula esclusa o globo para desagüe; la pieza de unión al te con la válvula; la válvula esclusa o globo.-

Asimismo debe considerarse en el múltiple de salida de las bombas, además de todos los accesorios ya mencionados en la consideración de la longitud equivalente, la colocación de una válvula de aire para líquidos cloacales doble.

- *Cálculo y adopción de los equipos de bombeo:*

Antes del desarrollo de los cálculos, de la verificación de las cañerías, sometidas a la acción del golpe de ariete por interrupción en el bombeo, corresponde definir el esquema para la cantidad de los equipos de bombeo a utilizar: El esquema que se piensa conveniente para el funcionamiento del sistema, consiste en poner una bomba funcionando + una de reserva, ambas del mismo caudal (para 45 l/seg.), agregando un equipo mas pero de menor capacidad (para 22,5 l/seg.), que funcione para aquellos caudales menores; este equipo NO DEBERÁ FUNCIONAR con los de la otra capacidad dado que el rendimiento buscado es para esos pequeños caudales de aporte; el equipo de bombeo a considerar en el presupuesto con el fin de tener equipos de emergencia será, uno con las características técnicas para 45 l/seg. y otro con las mismas características para 22,5 l/seg.-

- *Cálculo de la longitud equivalente para la determinación de la curva de funcionamiento del sistema:*

Consideramos los accesorios de las bombas para determinar las pérdidas de carga así:

Longitud equivalente para los diámetros de salida $\Phi = 0,15$ m en acero inoxidable hasta la unión con la cañería de PVC; y para cañerías de PVC; $c/6$; $\Phi = 0,2354$ m, se calculan de la siguiente forma:

1 Entrada normal 35 Φ

Codo 90° 45 Φ : N° 1

Caño elevación: 10 m

Curva 90° 30 Φ : N° 1

Válvula de Retención 100 Φ : N° 1

Válvula esclusa ó globo 300 Φ : N° 1

Curva 45° 20 Φ : N° 1

Ampliación de 0,15 a 0,25 12 Φ : N° 1

Ramales tee bilateral 65 Φ : N° 3

Curvas 90° 30 Φ : N° 2

Desde la transición de acero inoxidable a PVC

Curvas 90° 30 Φ : N° 6

Ramales tee bilateral 65 Φ : N° 13

Curva 45° 20 Φ : N° 3

Caño PVC c/6 0,25 m: 9985 m

1 Salida normal 35 Φ

La longitud equivalente nos da 10.216,25 m y 10.125,15 m para los puntos 1 y 2 de las variantes.-

Desnivel entre las progresivas 0,00 m = 103,765 m y 9985 m = 95,726 m

Desnivel entre toma de agua y nivel del terreno = 3 m

Desnivel total a considerar en la altura manométrica = 95,726 m - (103,765 m - 3,0 = 100,65 m) = -5,039 m

Aplicando Williams-Hazzen, con un c = 150; tenemos una pérdida de carga = 0,0036566 m/m.-

Con la finalidad de encontrar el sistema económicamente más conveniente, hemos planteado cuatro variantes del tendido de las cañerías de impulsión:

Variante I. Impulsión desde progresiva 0,00 m hasta progresiva 9985 m por el camino descrito en la planimetría del plano N° PP7; en el plano N° PP9 se halla la altimetría del intradós considerando una tapada mínima de 1,00 m.

Los puntos críticos son: Progresiva 0,00 m = cota 102,665 m; Progresiva 5385 m = cota 123,187 m; Progresiva 8926,5 m = cota 105,933 m; Progresiva 9985 m = cota 93,726 m;

Para esa I-, tenemos: caños PVC; c/6; Φ = 0,25 m; L = 9985 m.-

La curva de funcionamiento para el caso I- será:

$$H_{\text{man}} = -5,039 \text{ m} + 13.046,44 * Q^{1,85185};$$

Antes de transcribir los equipos seleccionados, cabe aclarar que dichos equipos pertenecen a tres marcas distintas, las cuales en adelante denominaremos Marca 1, Marca 2 y Marca 3 . Además se tomó en consideración el criterio expresado respecto a los dos tipos de caudales de bombas, y que serán puesto a consideración:

MARCA 1:

CP 3300 280 HT 53-464-00-3360.-

Q = 45,16 l/seg.; H = 37,07 m; Potencia absorbida = 28,6 Kw.; Rendimiento = 57,1%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{\text{mán}} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 36,787 \text{ m}$

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = Q = 42,48 l/seg; H = 37,6 m; Q = 45,16 l/seg; H = 37,03 m.-

CP 3201 180 ST 53-264-00-0965.-

Q = 44,34 l/seg; H = 35,64 m; Potencia absorbida = 33,0 Kw; Rendimiento = 47,1%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{\text{mán}} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 36,787 \text{ m}.$

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 42,15$ l/seg; $H = 37,07$ m; $Q = 44,33$ l/seg; $H = 35,64$ m.-

CP 3127 180 HT 53-483-00-2255.-

$Q = 22,2$ l/seg; $H = 11,3$ m; Potencia absorbida = 4,6 Kw; Rendimiento = 53,4%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 11,11$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 22,15$ l/seg; $H = 11,4$ m; $Q = 26,05$ l/seg; $H = 10,2$ m.-

CP 3102 180 MT 53-434-00-3730.-

$Q = 21,3$ l/seg; $H = 54,0$ m; Potencia absorbida = 2,1 Kw; Rendimiento = 53,8%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 6,08$ m.-

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 16,34$ l/seg; $H = 6,43$ m; $Q = 21,07$ l/seg; $H = 5,45$ m.-

MARCA 2:

K – 107 – F – CB – 4356.-

$Q = 47,3$ l/seg; $H = 41,1$ m; Potencia absorbida = 29,3 Kw; Rendimiento = 65,5%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 36,787$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 44,77$ l/seg; $H = 41,43$ m; $Q = 47,39$ l/seg; $H = 41,01$ m.-

K – 107 – F – CB – 4368.-

$Q = 44,7$ l/seg; $H = 46,2$ m; Potencia absorbida = 31,5 Kw; Rendimiento = 64,60%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 46,8647$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 47,28$ l/seg; $H = 45,82$ m; $Q = 49,78$ l/seg; $H = 45,39$ m.-

K – 84 – F – CA – 4200.-

$Q = 22,7$ l/seg; $H = 6,82$ m; Potencia absorbida = 2,9 Kw; Rendimiento = 52,4%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 6,08$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 18,2$ l/seg; $H = 7,95$ m; $Q = 22,63$ l/seg; $H = 6,83$ m.-

K – 100 – F – CA – 4230.-

$Q = 22,7$ l/seg; $H = 11,8$ m; Potencia absorbida = 5,12 Kw; Rendimiento = 57,2%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 11,11$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 26,7$ l/seg; $H = 10,88$ m; $Q = 22,67$ l/seg; $H = 11,83$ m.-

MARCA 3:

S1 – 404 – H1A - 511.-

$Q = 45,8$ l/seg; $H = 43,5$ m; Potencia absorbida = 41,0 Kw; Rendimiento = 57,9%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 36,787$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 46,03$ l/seg; $H = 43,61$ m; $Q = 48,45$ l/seg; $H = 42,93$ m.-

S1X – 264 – H1.-

$Q = 43,4$ l/seg; $H = 34,0$ m; Potencia absorbida = 23,3 Kw; Rendimiento = 58,0%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 36,787$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 40,94$ l/seg; $H = 35,11$ m; $Q = 43,49$ l/seg; $H = 34,21$ m.-

S1X – 044 – A1

$Q = 23,3$ l/seg; $H = 7,32$ m; Potencia absorbida = 3,85 Kw; Rendimiento = 43,4%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 6,08$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 18,54$ l/seg; $H = 8,21$ m; $Q = 23,38$ l/seg; $H = 7,53$ m.-

S1 – 064 – AH1.-

$Q = 22,6$ l/seg; $H = 11,7$ m; Potencia absorbida = 5,16 Kw.; Rendimiento = 50,0%.-

Curva de funcionamiento del sistema = $H_{m\acute{a}n} = -5,093 + 13.046,44 * Q^{1,85185} = 11,11$ m

Dos Puntos de la curva de funcionamiento del equipo = $Q = 22,57$ l/seg; $H = 11,74$ m; $Q = 26,66$ l/seg; $H = 10,84$ m.-

Estos equipos serán similares para la variante siguiente y que no repetiremos para no extendernos.-

Variante II. Impulsión desde progresiva denominada 91,1 m que hicimos corresponder a la progresiva 0,00 m, del anterior, hasta la progresiva 9985 m; desde la ubicación de la estación elevadora, por el camino interno, hasta el terreno CAMPAGNONI contiguo al de LAR Coop. Ltda., (de la planimetría del Plano N° PP7), la que cruzaría mediante una servidumbre de paso hasta la esquina del mismo y luego con progresiva 1108 m para seguir el derrotero anterior; en el Plano N° PP10 se halla la altimetría del intradós.-

Los puntos críticos son: Progresiva 0,00 m \cong 91,1 m = cota 102,665 m; Progresiva 5385 m = cota 123,187 m; Progresiva 8926,5 m = cota 105,933 m; Progresiva 9985 m = cota 93,726 m.-

Para esta II-, tenemos: Caños PVC; c/6; $\Phi = 0,25$ m; $L = 9893,9$ m.-

Obtenemos de MARCA 1, de MARCA 2 y de MARCA 3 los equipos ya descriptos en el punto I.

Variante III. a. Impulsión desde progresiva 0,00 m hasta progresiva 5385 m por el camino descrito en la planimetría del plano N° PP7; en el plano N° PP10 se halla la altimetría del intradós. En ese lugar se piensa construir una cámara de carga cuya altura y capacidad sería: **altura = 4,18 m**; diámetro 3,00 m; dentro tendría un tabique $e = 0,1$ m del fondo hasta 3,18 m que oficiaría de vertedero.-

Desde esta cámara de carga se respetaría el tendido explicado en el punto I pero funcionando por gravedad tratando que se cumpla que la velocidad sea mayor a $V = 1$ m/seg.-

Los puntos críticos son: progresiva 0,00 m = cota 102,665 m; progresiva 5385 m = cota 123,187 m; progresiva 8926,5 m = cota 105,933 m; progresiva 9985 m = cota 93,726 m.

Variante III. b. Impulsión desde progresiva 0,00 m hasta progresiva 5385 m por el camino descrito en la planimetría del plano N° PP7; en el plano N° PP10 se halla la altimetría del intradós. En ese lugar se piensa construir una cámara de carga cuya altura y capacidad sería: **altura = 10,92 m**; Diámetro 3,00 m; dentro tendría un tabique $e = 0,1$ m del fondo hasta cota 9,92 m que oficiaría de vertedero.-

Desde esta cámara de carga se respetaría el tendido explicado en el punto I pero funcionando por gravedad tratando que se cumpla la velocidad $V = 1,28 \text{ m/seg.}$

Los puntos críticos son: progresiva 0,00 m = cota 102,665 m; progresiva 5385 m = cota 123,187 m; progresiva 8926,5 m = cota 105,933 m; progresiva 9985 m = cota 93,726 m;

Para las variantes III, tenemos: caños PVC; $c/6$; $\Phi = 0,25 \text{ m}$; $L = 5385 \text{ m}$ de impulsión, luego caños PVC; $c/6$; $\Phi = 0,25 \text{ m}$; $L = 4600 \text{ m}$ gravedad;

Variante IV. a. Impulsión desde progresiva denominada 91,1 m que hicimos corresponder a la progresiva 0,00 m hasta la progresiva 5385 m; desde la ubicación de la estación elevadora, por el camino interno, hasta el terreno CAMPAGNONI contiguo al de LAR Coop. Ltda., (de la planimetría del planos N° PP7), el que se cruzaría con una servidumbre de paso hasta la esquina del mismo y luego con progresiva 1108 m seguir el derrotero anterior; en el plano N° PP10 se halla la altimetría del intradós. **En la progresiva 5385 se piensa construir una cámara de carga** cuya altura y capacidad sería: **altura = 4,18 m**; diámetro 3,00 m; dentro tendría un tabique del fondo hasta 3,18 m que oficiaría de vertedero.

Desde esta cámara de carga se respetaría el tendido explicado en el punto II pero funcionando por gravedad tratando que se cumpla la velocidad de $V = 1 \text{ m/seg.}$

Los puntos críticos son: progresiva 0,00 m \cong 91,1 m = cota 102,665 m; progresiva 5385 m = cota 123,187 m; progresiva 8926,5 m = cota 105,933 m; progresiva 9985 m = cota 93,726 m.-

Variante IV. b. Impulsión desde progresiva denominada 91,1 m que hicimos corresponder a la progresiva 0,00 m hasta la progresiva 5385 m; desde la ubicación de la estación elevadora, por el camino interno, hasta el terreno CAMPAGNONI contiguo al de LAR Coop. Ltda., (de la planimetría de los planos N° PP7), el que se cruzaría con una servidumbre de paso hasta la esquina del mismo y luego con progresiva 1108 m seguir el derrotero anterior; en el plano N° PP10 se halla la altimetría del intradós. **En la progresiva 5385 se piensa construir una cámara de carga** cuya altura y capacidad sería: **altura = 10,92 m**; diámetro 3,00 m; dentro tendría un tabique del fondo hasta 9,92 m que oficiaría de vertedero.-

Desde esta cámara de carga se respetaría el tendido explicado en el punto II pero funcionando por gravedad tratando que se cumpla la velocidad de $> 1 \text{ m/seg.}$

Los puntos críticos son: progresiva 0,00 m \cong 91,1 m = cota 102,665 m; progresiva 5385 m = cota 123,187 m; progresiva 8926,5 m = cota 105,933 m; progresiva 9985 m = cota 93,726 m.-

Para las variantes IV, tenemos: caños PVC; $c/6$; $\Phi = 0,25 \text{ m}$; $L = 5293,9 \text{ m}$ de impulsión, luego caños PVC; $c/6$; $\Phi = 0,25 \text{ m}$; $L = 4600 \text{ m}$ gravedad.-

Para el funcionamiento de las bombas elegidas el caudal considerado es de $81 \text{ m}^3 / \text{h}$, el cuadro siguiente (tabla 11) nos da el costo de energía anual en función de ese caudal, y para cada una de las alternativas:

TABLA 11. COSTO ANUAL DE ENERGÍA

| Variantes | POTENCIA KWh | \$ / KWh | M ³ / día | Días / año | TOTAL \$ / año | RELACIÓN |
|-----------------------------------|-----------------|----------|----------------------|------------|----------------|-----------|
| - I - | 29,025 | 0,18 | 700 | 365 | 16.479,97 | 1,01565 |
| - II - | 27,9486 | 0,18 | 700 | 365 | 15.885,65 | 1,00000 |
| - III – a–V = 1 m ³ /h | 48,8515 | 0,18 | 700 | 365 | 27.736,82 | 1,105781 |
| -III–b–V=1,28 m ³ /h | 53,1067 | 0,18 | 700 | 365 | 30.152,79 | 1,2502643 |
| - IV –a–V = 1 m ³ /h | 48,8515 | 0,18 | 700 | 365 | 27.736,82 | 1,105781 |
| -IV–b–V=1,28 m ³ /h | 53,1067 | 0,18 | 700 | 365 | 30.152,79 | 1,2502643 |

Por las características de los equipos seleccionados, y teniendo en cuenta que el agregado de la cámara de carga en la progresiva 5385 de los puntos 3 y 4 no nos favorece la elección, dado que se incrementa el consumo de energía y que, además, se debe construir en el medio del tendido una estructura de H° A°; es por ello que establecemos que las variantes planteadas III y IV no la tendremos en cuenta en los análisis siguientes, abocándonos a analizar las variantes I y II solamente.

En el análisis económico determinamos que el diámetro de caño más conveniente es el adoptado de 0,25 m; c/6, puesto que en él, además, se incluyó el precio de caños + excavación + tapado, que nos confirmó su adopción; agregamos la tabla siguiente por los valores utilizados:

TABLA 12. VALORES ECONÓMICOS

| DIAMETROS | PRECIO DE CAÑOS DE PVC | PRECIO DE EXCAVACIÓN | PRECIO DE TAPADA | COSTO TOTAL |
|-----------|---------------------------|-------------------------|---------------------|-------------|
| 0,160 m | 29,94 | 26,07 | 16,09 | 72,10 |
| 0,200 m | 46,61 | 26,67 | 16,09 | 89,37 |
| 0,225 m | 63,48 | 26,76 | 16,09 | 106,33 |
| 0,250 m | 80,35 | 27,44 | 16,09 | 123,88 |
| 0,315 m | 114,09 | 33,15 | 18,77 | 166,01 |
| 0,450 m | 224,58 | 43,14 | 22,79 | 290,51 |
| 0,500 m | 289,04 | 46,82 | 24,13 | 359,99 |

Para la alternativa I, con una longitud de 9985 m el costo asciende a \$ 1.541.650,21, y para la alternativa II, con una longitud de 9893,9 a \$ 1.528.765,93.

En estos valores están considerados: Un grupo electrógeno de 30 HP para emergencia por cortes de energía eléctrica, para accionamiento de una bomba solamente; los cuatro equipos de bombeo con sus correspondientes cañerías hasta el colector general, elementos de izaje, conexiones eléctricas etc.; las válvulas y accesorios tanto de acero inoxidable del colector como de la cañería de PVC; excavación, provisión y colocación de las cañerías, tapado y apisonado de zanjas, transporte del suelo sobrante de las excavaciones, etc.

- *Cálculo y verificación de la cañería al golpe de ariete:*
Con la finalidad de verificar la clase de caño adoptada y en función del caudal a bombear primero determinamos la celeridad de la onda de la siguiente manera:

$$C = ((E_a / \rho) / (1 + (D * E_a / e * E_m)))^{0,5}$$

Donde:

$$E_a = \text{Módulo de elasticidad agua} = 2,2 * 10^8 \text{ Kg./m}^2$$

$$E_m = \text{Módulo de elasticidad caño PVC} = 2,9 * 10^8 \text{ Kg./m}^2$$

$$(\rho) = \text{Densidad del agua} = 101,85 \text{ kg Seg}^2 / \text{m}^4$$

$$D = \text{Diámetro del caño} 0,2354 \text{ m}$$

$$(e) = \text{Espesor del caño} 0,0073 \text{ m}$$

$$L = \text{Longitud de la cañería} = 11000 \text{ m}$$

$$C = 291,26 \text{ m/seg}$$

El Tiempo Límite será de:

$$T_L = 2 * L / C = 75,54 \text{ seg}$$

El Tiempo efectivo de cierre será:

$$T_C = 28 \text{ seg} \Rightarrow T_C < T_L = \text{Cierre rápido.}$$

$$\text{Si } L > (C * T_C) / 2 \Rightarrow 11000 > 4077,64 \text{ m} \Rightarrow \Delta h' = (C * V_m) / g = 30,70 \text{ m}$$

$$\text{La sobre presión será: } \rho h = \pm 30,70 \text{ mca}$$

$$\text{Si } H_{\text{man}} = -5,039 \text{ m} + 13,046,44 * Q^{1,85185} = 43,00 \text{ mca}$$

que nos dará una presión total de + 73,70 mca y – 12,3 mca respectivamente.

El caño de PVC; c/6; Φ 0,25 m; se lo probará mediante prueba hidráulica a 90 mca ó 9kg/cm²; nos indicará que estamos en el lado de la seguridad y la presión negativa será absorbida por la válvula de aire a incluir en el múltiple de las bombas; de todos modos es necesario aclarar que existen en plaza válvulas anticipadoras de presión que regulan la presión y pueden mermar el golpe de ariete.

- *Cálculo del volumen de la estación elevadora:*
El lugar de emplazamiento esta indicado en el plano N° PP7. Sobre la base de los caudales de diseño y a los equipos de bombeo seleccionados, se determinan los volúmenes de la estación, y en consecuencia el tiempo máximo de permanencia del líquido t máx. < 0,5 h.-

Adoptando $f_{\text{max}} = 6 \text{ a/h} = 0,17 \text{ hs}$; Los volúmenes serán:

$$V_1 = 1,15 * Q_b / (4 * f_{\text{max}}) = 1,15 (162 \text{ m}^3/\text{h} / 4 * 6 \text{ a/h}) = 7,762 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 1,15 * 0,4 * V_1 = 1,15 * 0,4 * 7,762 \text{ m}^3 = 3,57 \text{ m}^3$$

$$VT = V_1 + V_2 = 7,762 \text{ m}^3 + 3,57 \text{ m}^3 = 11,33 \text{ m}^3$$

*** Se adopta un diámetro de la EE = 3,5 m, y la h1 = 0,80 m; h2 = 0,37 m;**

Verificación del tiempo de permanencia:

$$Ts_{\text{máx}} = \frac{V_L}{QB_0} + \frac{V_f + 0,5 * V_L}{Q_L - QB_0} = \frac{7,762 \text{ m}^3}{22,6 \text{ m}^3/\text{h}} + \frac{8,324 \text{ m}^3 + 0,5 * 7,762 \text{ m}^3}{162 \text{ m}^3/\text{h} - 22,6 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$Ts_{\text{máx}} = 0,43 < 0,5 \text{ hs}$$

- **Lagunas de estabilización:**

En la evaluación para la adopción de la planta de tratamiento utilizando lagunas de estabilización, intervienen varios factores, entre los que mencionaremos:

- Las facilidades constructivas locales son consideradas por el subsuelo apto para este tipo de lagunas y porque en su construcción se empleará mano de obra del lugar con equipos adecuados.

- Al considerar el sistema de tratamiento constituido por lagunas se reduce apreciablemente la necesidad de mano de obra especializada para su operación y mantenimiento, dado que el tratamiento elegido requiere fundamentalmente limpieza del predio, de las rejillas, entierro o adecuación de los retenidos, corte de maleza, control de taludes, extracción de muestras para el control y estadística del funcionamiento, y todo aquello que no requiera mano de obra especializada.

- Asimismo se prevé lugar para la ampliación, que se deberá evaluar en función de la incorporación de nuevos usuarios o de algún otro imponderable.

- **Metodología de diseño de lagunas:**

- **Lagunas anaeróbicas:**

Las lagunas anaerobias, típicamente usadas como lagunas primarias, se utilizan para efluentes industriales cuando la concentración del afluente es superior a 1000 mg/l. Su diseño es prácticamente empírico y se diseñan en base la carga orgánica volumétrica y/o tiempo de retención^[1,2].

De datos experimentales (1), la carga orgánica volumétrica se puede estimar la siguiente correlación:

$$COV = 16.5 \cdot T - 100 \quad (1)$$

donde COV es la carga orgánica volumétrica (g DBO/m³ d) y T es temperatura de diseño, °C

- **Lagunas facultativas:**

Para el diseño de las lagunas facultativas se recomienda el modelo de mezcla perfecta y cinética de primer orden como el modelo de Marais^[1, 2]:

$$Q \cdot C_0 - K \cdot C \cdot V = Q \cdot C \quad (2)$$

$$C_0 - K \cdot C \cdot \Phi = C \quad (3)$$

$$C = \frac{C_0}{1 + K \cdot \Phi} \quad (4)$$

donde Q es el caudal (m³/d); C₀ es la concentración de DBO en el afluente (mg/L); C la concentración de DBO en el efluente (mg/L); K es la constante de reacción de primer orden para remoción de DBO (d⁻¹); V es el volumen de líquido en la laguna (m³); Φ es el tiempo de retención hidráulico (d); y h es la altura libre de líquido.

Reordenando la ecuación 2, se obtiene:

$$\Phi = \frac{1}{K} \cdot \left(\frac{C_0}{C} - 1 \right) \quad (5)$$

La constante de remoción K es función de la temperatura del agua, tomándose para el diseño la temperatura media de invierno. Según la correlación de Mara^[1]:

$$K = 0.3 \cdot (1.05)^{T-20} \quad (6)$$

TABLA 13. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO TÍPICOS PARA LAGUNAS.

| | Laguna anaeróbica de alta carga | Laguna aeróbica Facultativa |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Eliminación máxima (%) | 50-85 | 80-95 |
| Carga, (Kg DBO / ha.d) | 225-560 | 50-200 |
| Profundidad, m | 2.4-4.8 | 1.2-24 |
| TRH, d | 20-50 | 5-30 |
| Tamaño unitario | 0.2-0.8 | 0.8-4 |

Fuente: Metcalf & Eddy “Ingeniería de aguas residuales”

Referencias:

^[1] Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización 3° Edición- Alberto Romero Rojas. (Alfa omega 1999)

^[2] Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento- Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes. (1993)

- *Nuevas lagunas facultativas, ubicadas en el lote 1:*

Especificaciones del afluente

Las condiciones supuestas sobre las características del efluente corresponden a lo especificado actualmente en la norma de vertido de efluentes líquidos del Parque Industrial de Crespo. Las empresas deberán ajustar sus efluentes a estos valores. La variable de diseño de lagunas corresponde al valor de DBO₅, que se supondrá 250 mg L⁻¹.

Diseño laguna facultativa

Con este valor se propone un sistema de lagunas facultativas, evitando la existencia de laguna anaeróbica ya que con estos valores de DBO es posible y económico el tratamiento por sistemas facultativos. En esta opción se prevé la construcción de las lagunas conformando dos o más trenes. Sin embargo, para el diseño se supone un único tren y luego se divide el área obtenida de acuerdo a las condiciones que optimicen su construcción y operación. En este caso, la opción óptima corresponde a dos trenes. La Tabla 14 resume los valores adoptados para el cálculo. Se adopta una serie de dos lagunas facultativas. A la primera laguna se le impone un valor de volcado de DBO de 42 mg L⁻¹. Con este valor la segunda laguna facultativa se diseña adoptando una superficie de 0.5 ha.

TABLA 14. VALORES PARA EL CÁLCULO DE DOS LAGUNAS FACULTATIVAS

| Primer laguna facultativa | |
|----------------------------------|------|
| Datos entrada | |
| DBO, mg/l afluente | 250 |
| DBO, mg/l efluente | 42 |
| Caudal, m ³ /d | 1250 |
| Temperatura media invierno °C | 15 |
| profundidad lagunas, m | 1.5 |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Resultados | |
| K cinética | 0.235 |
| Tiempo de retención hidráulico, d | 21 |
| Sup. Hectáreas | 1.756 |
| COS, kgDBO/ha d | 178 |
| | |
| Segunda Laguna facultativa | |
| Datos entrada | |
| DBO mg/l afluente | 42 |
| Caudal m ³ /d | 1250 |
| Sup., hectáreas | 0.5 |
| profundidad lagunas, m | 1.2 |
| Temperatura media invierno, °C | 15 |
| | |
| Resultados | |
| K cinética | 0.235 |
| Tiempo de retención hidráulico, d | 4.8 |
| DBO, mg/l efluente | 20 |
| COS, Kg DBO / ha d | 105 |

Dimensiones adoptadas para el sistema de lagunas

Se adopta la configuración de las lagunas previamente calculadas en dos trenes compuestos cada uno de dos lagunas facultativas en serie, plano N° PP11. Los principales valores de diseño se reportan en la siguiente tabla y fueron obtenidos sobre la base de la optimización del movimiento de suelos y respetando los valores recomendados por las normas vigentes.

TABLA 15. DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

| Lagunas Nuevas | | |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| 2 Trenes de 2 Lagunas Facultativas | | |
| Calculo Superficie y Volumen | | |
| Primer laguna facultativa | | |
| | 1 tren | 2 trenes |
| Z mojado | 2 | Total |
| H | 1.6 | |
| Bs | 45 | |
| Ls | 200 | |
| Superficie | 9000 | 18000 |
| L/B | 4.44 | |
| Bf | 38.6 | |
| Lf | 193.6 | |
| Volumen | 13159.5 | 26318.9 |
| | | |
| Segunda laguna facultativa | | |
| | | |
| Z mojado | 2 | Total |
| H | 1.35 | |

| | | |
|-----------------------|--------|--------|
| Bs | 26 | |
| Ls | 100 | |
| Superficie | 2600 | 5200 |
| L/B | 3.85 | |
| Bf | 20.6 | |
| Lf | 94.6 | |
| Volumen | 3059.9 | 6119.7 |
| | | |
| Longitud total | | 323.4 |

- *Lagunas actuales reacondicionadas*
Verificación de lagunas

Las lagunas existentes pueden ser reacondicionadas para recibir los efluentes del parque en el caso que se impongan los límites de volcado definido en la norma del Parque. En este sentido, así como en el caso anterior, la variable de control para la verificación de la capacidad de tratamiento corresponde a la DBO₅ permitida: 250 mg L⁻¹. Bajos estas condiciones se verifican que las actuales lagunas funcionan correctamente Tabla 16.

TABLA 16. VERIFICACIÓN DE DISEÑO DE LAS LAGUNAS ACTUALES

| | |
|------------------------------------|-------|
| Primera laguna facultativas | |
| Datos entrada | |
| DBO, mg/l afluente | 250 |
| DBO, mg/l efluente | 58 |
| Caudal, m ³ /d | 1250 |
| Temperatura media invierno, °C | 15 |
| Profundidad lagunas, m | 1.2 |
| | |
| Resultados | |
| K cinética | 0.235 |
| Tiempo de retención hidráulico d | 14.1 |
| Sup., hectáreas | 1.467 |
| COS, kgDBO/ha d | 213 |
| | |
| Segunda laguna facultativa | |
| Datos entrada | |
| DBO, mg/l afluente | 58 |
| Caudal, m ³ /d | 1250 |
| Sup., hectáreas | 0.616 |
| Profundidad lagunas, m | 1.2 |
| Temperatura media invierno, °C | 15 |
| | |
| Resultados | |
| K cinética | 0.235 |

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Tiempo de retención hidráulico, d | 5.91 |
| DBO, mg/l efluente | 24.28 |
| COS, kgDBO / ha d | 117.7 |

Dimensiones adoptadas para el sistema de Lagunas

Se adopta la configuración la laguna existente (primer laguna facultativa), a la segunda laguna facultativa se la amplía en 30 mts más de ancho, tal como lo expresa el plano N° PP8.

3. CÓMPUTOS Y PRESUPUESTOS PRELIMINARES DE CADA UNA DE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS

A continuación se exponen el análisis económico, el cual está integrado por los costos que demanda la construcción y la posterior operación de cada una de las alternativas. Para la determinación de costos de construcción se realizó un itemizado por cada rubro o componente de la alternativa. Este itemizado fue realizado a partir de considerar y agrupar las tareas por ítem, y de esa forma valorizarlas económicamente, sea en forma global o por la unidad de medida de la tarea.

Para la determinación de los costos de operación se tuvieron en cuenta los costos energéticos, de operación y mantenimiento de cada alternativa.

1. Cómputos y Presupuestos para la Construcción de las Alternativas A y B

| CONSTRUCCION - ALTERNATIVA A | | | | | |
|------------------------------|---|-------|--------|---------------|----------------------|
| ITEM N° | DESIGNACION | UNID. | CANT. | P R E C I O S | |
| | | | | UNIT. | TOTAL |
| | COLECTOR | | | | |
| 1 | Excavación mecánica y/o manual a cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno. Relleno y compactación. | ml | 130 | 43.53 | 5,658.90 |
| 2 | Acarreo,provisión y colocación de cañería de PVC Cloacal- D° 0,250 m | m | 130 | 36.02 | 4,682.60 |
| 3 | Bocas de registros | u | 2 | 2230.00 | 4,460.00 |
| | TOTAL RUBRO COLECTOR | | | | 14,801.50 |
| | REACONDICIONAMIENTO DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION | | | | |
| 1 | Excavación mecánica | m3 | 1872.0 | 19.50 | 36,504.00 |
| 2 | Construcción de terraplenes, incluyendo compactación y todo otro trabajo necesario para la correcta ejecución de las lagunas | m3 | 2194.0 | 16.80 | 36,859.20 |
| 3 | Extracción de barros, limpieza y optimización de lagunas por medio de perfilado y profundización, incluido desmalezado y limpieza.- | G1 | 1.0 | 97865.23 | 97,865.23 |
| 4 | Reacondicionamiento,provisión e instalación de elementos complementarios (cámaras partidoras, intercomunicación, aforador Parshall, etc.) | G1 | 1 | 35462.23 | 35,462.23 |
| 5 | Cerco Olimpico incl. Portones | G1 | 1 | 89512.35 | 89,512.35 |
| 6 | Sala química y de guardia | G1 | 1 | 28560.32 | 28,560.32 |
| | TOTAL RUBRO REACONDICIONAMIENTO LAGUNAS DE ESTABILIZACION | | | | 324,763.33 |
| | DESCARGA | | | | |
| 1 | Excavación mecánica y/o manual a cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno. Relleno y compactación. | ml | 50 | 43.53 | 2,176.50 |
| 2 | Acarreo,provisión y colocación de cañería de PVC Cloacal- D° 0,250 m | m | 50 | 36.02 | 1,801.00 |
| 3 | Construcción bocas de registros y vertedero de descarga | G1 | 1 | 13380.00 | 13,380.00 |
| | TOTAL RUBRO DESCARGA | | | | 17,357.50 |
| | TOTAL CONSTRUCCION ALTERNATIVA A | | | | \$ 356,922.33 |

| CONSTRUCCION - ALTERNATIVA B | | | | | |
|---------------------------------------|---|-------|-------|---------------|-------------------|
| ITEM Nº | DESIGNACION | UNID. | CANT. | P R E C I O S | |
| | | | | UNIT. | TOTAL |
| | COLECTOR | | | | |
| 1 | Excavación mecánica y/o manual a cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno. Relleno y compactación. | ml | 350 | 43.53 | 15,235.50 |
| 2 | Acarreo,provisión y colocación de cañería de PVC Cloacal- Dº 0,250 m | m | 350 | 36.02 | 12,607.00 |
| 3 | Bocas de registros | u | 3 | 2230.00 | 6,690.00 |
| TOTAL RUBRO COLECTOR | | | | | 34,532.50 |
| | ESTACION ELEVADORA | | | | |
| | A - OBRA CIVIL | | | | |
| 1 | Excavación mecánica y/o manual a cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno, relleno y compactación para estación elevadora | m³ | 85.16 | 30.35 | 2,584.61 |
| 2 | Hormigón Armado tipo H-17 | m³ | 41.25 | 1492.00 | 61,545.00 |
| 3 | Carpintería metálica, Canasto/reja,incl.soporte metálico.Accesorios metálicos varios. Polipasto | Gl | 1 | 8728.30 | 8,728.30 |
| 4 | Sala de guardia, Cerco perimetral, mejorado y parquización | Gl | 1 | 28560.32 | 28,560.32 |
| | B - INSTALACION ELECTROMECHANICA | | | | |
| 1 | Provisión, acarreo y montaje de:cuatro (4) electrobombas sumergibles centrífugas, aptas para líquidos cloacales con motor y bomba en un solo cuerpo, según especificaciones: 3 de.45 l/sg - 37 m.c.a. - 30 KW aprox, y 1 de.22,5 l/sg - 12 m.c.a. - 5 KW aprox, .Dispositivos de arranque y parada automático de las electrobombas y sistema de alarma visual, incluyendo flotantes (4) según especificaciones. | Gl | 1 | 109592.21 | 109,592.21 |
| 2 | Provision y tendido de conductores de fuerza motriz en baja tensión, desde el pilar de entrada hasta el tablero general y de éste a los equipos. Tablero general en baja tensión de maniobra y control de los circuitos de fuerza motriz, completo, según especificaciones, incluyendo accesorios y repuestos. Pilar de entrada construido en mampostería con todos sus elementos de acuerdo a especificaciones. Incluye iluminación exterior, grupos electrógenos según especificaciones . | Gl | 1 | 11719.66 | 11,719.66 |
| TOTAL RUBRO ESTACION ELEVADORA | | | | | 222,730.10 |

| | | | | | |
|--|--|----|---------|----------|------------------------|
| | CAÑERÍA DE IMPULSION | | | | |
| 1 | Excavación mecánica y/o manual a cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno. Relleno y compactación. | ml | 9985 | 43.53 | 434,647.05 |
| 2 | Acarreo, provisión y colocación de cañería de PVC - C6 con junta elastica aprobada por IRAM - D° 0,250 m | m | 9985 | 80.35 | 802,294.75 |
| 3 | Costrucción de cámaras especiales, acarreo, provisión y colocación de cañería metálica, valvulas de aires, esclusas y de retención, codos, reducciones, uniones en EE. | Gl | 1 | 85524.00 | 85,524.00 |
| TOTAL RUBRO CAÑERÍA DE IMPULSION | | | | | 1,322,465.80 |
| | LAGUNAS DE ESTABILIZACION | | | | |
| 1 | Excavación mecánica | m3 | 28065.9 | 19.50 | 547,285.12 |
| 2 | Construcción de terraplenes, incluyendo compactación y todo otro trabajo necesario para la correcta ejecución de las lagunas | m3 | 18953.3 | 16.80 | 318,415.45 |
| 3 | Acarreo, provisión e instalación de elementos complementarios (cámaras partidoras, intercomunicación, aforador Parshall, etc.) | Gl | 1 | 39648.17 | 39,648.17 |
| 4 | Alambrado perimetral incluida tranquera | m | 1350 | 30.50 | 41,175.00 |
| 5 | Sala química y de guardia | Gl | 1 | 28560.32 | 28,560.32 |
| TOTAL RUBRO LAGUNAS DE ESTABILIZACION | | | | | 975,084.06 |
| | DESCARGA | | | | |
| 1 | Excavación mecánica y/o manual a cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno. Relleno y compactación. | ml | 476 | 43.53 | 20,720.28 |
| 2 | Acarreo, provisión y colocación de cañería de PVC Cloacal- D° 0,250 m | m | 476 | 36.02 | 17,145.52 |
| 3 | Construcción bocas de registros y vertedero de descarga | Gl | 1 | 13380.00 | 13,380.00 |
| TOTAL RUBRO DESCARGA | | | | | 51,245.80 |
| TOTAL CONSTRUCCION ALTERNATIVA B | | | | | \$ 2,606,058.26 |

2. Costos Operativos Anuales de las alternativas A y B

| OPERACION ANUAL - ALTERNATIVA A | | | | | |
|---|---|------------|-------|---------------------|---------------------|
| ITEM N° | DESIGNACION | UNID. | CANT. | C O S T O A N U A L | |
| | | | | UNIT. | T O T A L |
| 1 | COSTO DE TRATAMIENTO DE BARROS | u. Anuales | | 97865.23 | |
| | Limpieza periódica cada 7 años de lagunas | | 0.14 | | 13,980.75 |
| TOTAL COSTO DE TRATAMIENTO DE BARROS | | | | | 13,980.75 |
| 2 | COSTO DE PERSONAL | | | | |
| | Sueldo bruto mensual operario de planta | \$ / mes | | 1700 | |
| | Sueldo bruto mensual supervisor de planta | \$ / mes | | 2000 | |
| | | operarios | 1 | | |
| | % adicional patronal | % | | 30 | |
| | Sueldos anuales | sueldos | 13 | | |
| TOTAL COSTO DE PERSONAL | | | | | \$ 28,730.00 |
| TOTAL OPERACIÓN ANUAL ALTERNATIVA A | | | | | \$ 42,710.75 |

| OPERACION ANUAL - ALTERNATIVA B | | | | | |
|---|--|------------|----------|---------------------|----------------------|
| ITEM N° | DESIGNACION | UNID. | CANT. | C O S T O A N U A L | |
| | | | | UNIT. | T O T A L |
| 1 | COSTO DE ENERGIA ELECTRICA | \$ / kW h | | 0.15 | |
| | Bombeo, iluminacion y otros | kW h / año | 132500.0 | | 19,875.00 |
| TOTAL COSTO DE ENERGIA ELECTRICA | | | | | 19,875.00 |
| 2 | COSTO DE TRATAMIENTO DE BARROS | u. Anuales | | 65855.00 | |
| | Limpieza periódica cada 7 años de lagunas por tren | | 0.29 | | 18,814.77 |
| TOTAL COSTO DE TRATAMIENTO DE BARROS | | | | | 18,814.77 |
| 3 | COSTO DE PERSONAL | | | | |
| | Sueldo bruto mensual operario de planta | \$ / mes | | 1700 | |
| | Sueldo bruto mensual supervisor de planta | \$ / mes | | 2000 | |
| | | operarios | 1 | | |
| | | supervisor | 1 | | |
| | % adicional patronal | % | | 30 | |
| | Sueldos anuales | sueldos | 13 | | |
| TOTAL COSTO DE PERSONAL | | | | | \$ 62,530.00 |
| TOTAL OPERACIÓN ANUAL ALTERNATIVA B | | | | | \$ 101,219.77 |

3. Cálculo del Valor Actual Neto de las Alternativas A y B

La comparación económica de ambas alternativas se realizó en base al método del menor Valor Actual Neto, por lo cual a continuación se detallan los resultados obtenidos para las dos alternativas.

Para la alternativa A, la siguiente tabla expresa el cálculo del Valor Actual Neto:

| VALOR ACTUAL NETO COSTO DE OPERACIÓN | | | | |
|---|-----------------------------------|----------|----------|----------------------|
| | DESIGNACION | UNID. | CANT. | IMPORTE |
| | Periodo de vida útil | años | 20 | |
| | Tasa de interés | % | 8 | |
| | Pago anual por costo de operación | \$ / año | 42,710.7 | |
| V.A.N. COSTO DE OPERACIÓN | | | | \$ 419,340.41 |
| VALOR ACTUAL NETO COSTO DE CONSTRUCCION | | | | |
| V.A.N. COSTO DE CONSTRUCCION | | | | \$ 356,922.33 |
| VALOR ACTUAL NETO PARA LA ALTERNATIVA A | | | | |
| V.A.N. CONSTRUCCION + OPERACIÓN | | | | \$ 776,262.74 |

El cálculo del Valor Actual Neto para la alternativa B es el siguiente:

| VALOR ACTUAL NETO COSTO DE OPERACIÓN | | | | |
|---|-----------------------------------|----------|-----------|------------------------|
| | DESIGNACION | UNID. | CANT. | IMPORTE |
| | Periodo de vida útil | años | 20 | |
| | Tasa de interés | % | 8 | |
| | Pago anual por costo de operación | \$ / año | 101,219.8 | |
| V.A.N. COSTO DE OPERACIÓN | | | | \$ 993,790.66 |
| VALOR ACTUAL NETO COSTO DE CONSTRUCCION | | | | |
| V.A.N. COSTO DE CONSTRUCCION | | | | \$ 2,606,058.26 |
| VALOR ACTUAL NETO PARA LA ALTERNATIVA B | | | | |
| V.A.N. CONSTRUCCION + OPERACIÓN | | | | \$ 3,599,848.91 |

4. INFORMACIÓN AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS

1. *Introducción*

El presente es un aporte desde la óptica ambiental al estudio de las alternativas técnicas que se presentan para mejorar el funcionamiento del actual sistema tratamiento de efluentes líquidos del parque industrial de la localidad de Crespo. Con este fin, se presentan dos alternativas de tratamiento en el “Planteo de Alternativas de Anteproyectos Preliminares”, a saber:

- * A: Lagunas actuales reacondicionadas.
- * B: Nuevo sistema de lagunas facultativas en serie, localizadas en un nuevo predio.

La cercanía del actual sistema de tratamiento al ejido urbano, junto con su ineficiente funcionamiento impacta negativamente en el ambiente circundante. Como resultado de la obra que se quiere proyectar se espera revertir esta situación. Para la toma de decisión de la alternativa mas adecuada, es imprescindible considerar todos los factores involucrados, incluidos los relacionados a la dimensión ambiental.

2. *Objetivos y Alcances del Estudio*

El objetivo del estudio es evaluar el estado ambiental actual, los potenciales efectos ambientales que originarían las dos alternativas planteadas, y proporcionar las recomendaciones necesarias para una correcta gestión ambiental del nuevo sistema.

Entre los aspectos abordados en este estudio se incluyen:

- * Descripción de la situación ambiental actual con el sistema actual de tratamiento de los efluentes líquidos del Parque Industrial de Crespo.
- * Identificación de impactos ambientales generados en las etapas de construcción y funcionamiento de las distintas alternativas.
- * Aspectos generales del impacto de la obra.
- * Recomendaciones para la mitigación de los impactos.
- * Conclusiones.

3. *Metodología*

La evaluación y diagnóstico de los aspectos físicos, biológicos, y socioeconómicos se realizó mediante la recopilación y análisis de información proveniente de distintas fuentes: (1) bibliografía, información básica y cartografía disponibles, (2) documentación perteneciente al CERIDE y (3) relevamiento in situ realizado en el área de estudio.

La identificación de las acciones impactantes, tanto en la etapa de construcción como en la de funcionamiento, se realizó a través de la elaboración de matrices de Leopold, metodología que permite individualizar acciones impactantes que presenta la ingeniería de las obras propuestas con relación a los aspectos biofísicos y socioeconómicos.

4. *Marco Legal*

La legislación provincial establece los parámetros de los efluentes a volcar en los cuerpos receptores de la Provincia de Entre Ríos a través de la Ley 6260. El Decreto Reglamentario 5837/1991 establece las condiciones y restricciones consideradas para dichos vuelcos en el Anexo I.

En el Anexo III de la misma, se hace referencia a las condiciones a que deberán ajustarse el manejo y destino final de los residuos sólidos de origen industrial.

El Decreto N° 152/86 de la Municipalidad de Crespo, reglamentario de la Ordenanza N° 17/86, regula sobre la calidad de líquidos cloacales y residuales industriales que evacúan los establecimientos radicados en el P.I.

Es importante destacar que el Anexo I de la Ley Provincial menciona explícitamente que las descargas a cursos de agua no permanentes, o con un caudal inferior al caudal de la descarga industrial, estarán sujetas a un estudio particular para cada caudal. Tal es el caso de los dos potenciales cuerpos receptores contemplados en la ingeniería del proyecto.

Las sustancias, cualquiera sea su estado, separadas en los tratamientos de depuración de líquidos residuales no pueden ser descargadas en cursos de agua, colectoras cloacales ni napas.

En el caso de traslado de las lagunas, se deberá tener en cuenta que se deben solicitar los permisos a los que refiere la Ley Provincial 6260, reglamentada por el Decreto N° 5837/1991, a los fines de obtener los certificados de radicación, y de funcionamiento correspondientes.

5. Evaluación de la Calidad Ambiental Existente

• Generalidades

La ciudad de Crespo se encuentra ubicada en el centro de la Provincia de Entre Ríos, en el Departamento Paraná. Su población es de 17.465 habitantes (Censo 2001 INDEC), representando el 1,51% de los de la Provincia.

Sus vías de acceso son: desde Paraná por la Ruta Nacional N° 12, a unos 40 Kms. de la ciudad. Desde Buenos Aires, por el acceso norte a la Ruta Nacional N° 9, Complejo Zárate – Brazo Largo y luego la Ruta Nacional N° 12 por Gualaguay.

La caracterización climática de la zona en estudio, correspondiente a la región climática subtropical cálida, se realiza sobre la base de los datos de la estación meteorológica ubicada en la Estación Experimental INTA, de la ciudad de Paraná, dado que no se cuenta con datos de la ciudad de Crespo. Las temperaturas medias mensuales pueden observarse en la siguiente figura:

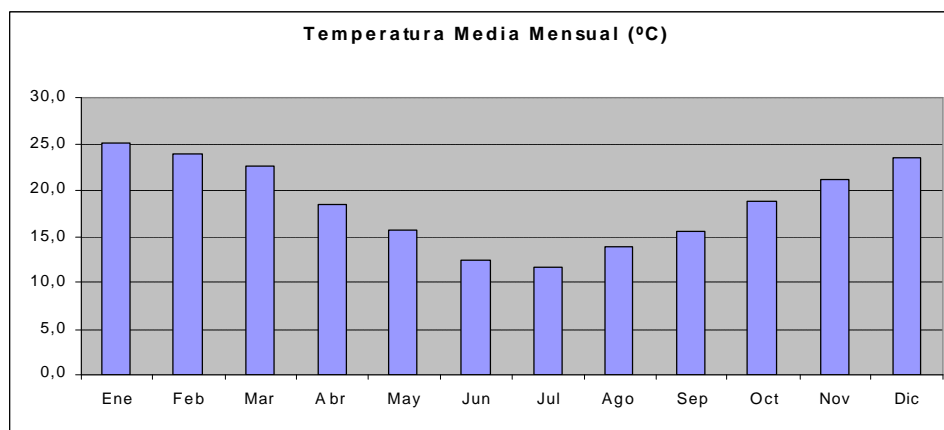


FIGURA 2: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

El área donde se encuentra la zona de estudio está influenciada por vientos dominantes del sector noreste y sureste, siendo los de menores probabilidades los provenientes del oeste. Las

velocidades más altas son características de los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre (entre 15 y 20 Km./h como valores medios); las menores se dan en enero, febrero y marzo.

Las precipitaciones anuales medias del área en estudio son 1328 mm (período 1980 – 2004), registrándose las mayores precipitaciones de octubre a abril y los registros más bajos en los meses de invierno (de junio a agosto) donde la media mensual alcanza solo los 40 mm.

Las principales actividades económicas existentes en el área son la agricultura, la ganadería vacuna, y la actividad avícola y de frigorífico de aves y procesamiento de huevos y otros de productos del pollo. En la actualidad Entre Ríos es la primera productora aviar del país con 167,5 millones de cabezas de aves y 98,4 millones de docenas de huevos producidas en 2004.

Crespo, en particular, es la Capital Nacional de la Avicultura, su pilar económico es el desarrollo de la avicultura en forma integral, tanto en la crianza de pollos como en la producción de huevos. Las empresas de los rubros complementarios intervienen en el tratamiento de la materia prima y en circuito económico- productivo - comercial de la avicultura.

- ***Situación del Parque Industrial y actual sistema de tratamiento***

El Parque Industrial, donde se encuentran radicadas 18 empresas, algunas de las cuales pertenecen al rubro avícola, posee un área de 27,86 Ha. extendiéndose sobre la Ruta Nacional N° 12 en el tramo Paraná – Crespo, distante 2,5 Km al Noroeste de la ciudad.

El Parque Industrial cuenta con una red de colectoras de efluentes industriales, que son tratados en un sistema de lagunas de estabilización de funcionamiento en serie y, una descarga al Arroyo de Las Vertientes, cuerpo receptor de este sistema. Las lagunas se encuentran en un visible estado de deterioro y falta de mantenimiento. Se observa gran proliferación de vegetación en los terraplenes de las lagunas que avanza sobre las mismas.

Debido a la falta de mantenimiento de este sistema de tratamiento y, al aumento de los volúmenes de efluentes líquidos vertidos al sistema, actualmente la primer laguna de estabilización opera en forma anaerobia y; la segunda en forma aerobia, produciéndose desagradables olores “a huevo podrido” típicos de estos procesos y que son percibidos en la ciudad de Crespo dada la cercanía de las instalaciones y la orientación de los vientos predominantes de la zona.

En una constatación reciente se observó que uno de los dos conductos que vinculan las dos primeras lagunas, está destruido. Esto hace que parte de la descarga se produzca directamente sobre el talud de la primera laguna, erosionándola, y luego se encamina directamente al cuerpo receptor.

- ***Hidrografía y situación de los cuerpos receptores***

La localidad de Crespo se encuentra en la cuenca del Arroyo Las Conchas, caracterizada por tener una importante pendiente del terreno natural (267,9 cm./Km.), y que incluye, además, a las localidades de Viale, San Benito, Seguí, Colonia Avellaneda y Tabossi.

En la localidad de Crespo nace el Arroyo Crespo, que corre en dirección sur-norte hasta desembocar en el Arroyo de las Vertientes, este se dirige en dirección suroeste-noroeste hacia el Arroyo Sauce Solo, donde desagua.

El arroyo de las Vertientes, cuerpo receptor de los efluentes del parque industrial y propuesto como tal en la alternativa A del proyecto, atraviesa los terrenos donde se hallan alojadas las lagunas de tratamiento. La distancia lineal, entre el ingreso al área industrial de la ciudad de Crespo y el punto de descarga al cuerpo receptor, es de aproximadamente 0.4 Km hacia el este, y desde el

centro de la ciudad de Crespo es de 3 Km aproximadamente hacia el norte. No se han detectado actividades recreacionales aguas abajo de la zona de volcado. Se halla visiblemente afectado debido a la presencia de organismos color rojizo provenientes de la segunda laguna de tratamiento de efluentes industriales del Parque Industrial de Crespo y sus aguas presentan olores nauseabundos que se perciben en la ciudad de Crespo debido al actual emplazamiento del sistema de lagunas. No se dispone de registros históricos de su caudal. Dado su bajo caudal y de carácter estacional e intermitente, se asume a priori que los principales parámetros físicos, químicos y bacteriológicos son similares a los del efluente de salida del sistema de lagunas, que se presentan en la siguiente tabla:

TABLA 17. PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

| Muestra | Punto de toma | D.Q.O. (mg O ₂ /L) | PH | Observaciones |
|------------------|--------------------|-------------------------------|---------|---------------|
| Martes 29/11 F3 | orilla laguna L2 | 842 | < 8.0 | color rosado |
| Viernes 02/12 F2 | Descarga al arroyo | 837 | 7.0-8.0 | color rosado |

El Arroyo Gómez, que es el cuerpo receptor propuesto en la alternativa B, es un afluente del Arroyo Ensenada; desemboca en él entre las localidades de Villa libertador General San Martín y Diamante. El arroyo Ensenada forma parte del subsistema del Paraná, que presenta cauces que se encuentran entre los ríos Gualeguay y Paraná. La costa entrerriana del río Paraná es alta y barrancosa hasta la ciudad de Diamante, y a partir de aquí, la altura de la costa se invierte, dando lugar a la formación del Delta.

Durante el recorrido previo al centro poblado más próximo, se une con otros de similares características, lo que determina un aumento estacional de caudal y, consecuentemente, de la capacidad de dilución, aunque no se dispone de registros históricos.

No se han detectado actividades recreacionales, ni posibles tomas de agua, en el tramo analizado, dado lo pronunciado de sus barrancas y el difícil acceso por falta de rutas y caminos. En su paso por la población más próxima, distante 9.5 Km, el arroyo solo atraviesa campos.

En la siguiente tabla, se incluyen las mediciones experimentales de los principales parámetros del curso receptor:

TABLA 18. MEDICIONES EXPERIMENTALES

| | |
|---|-----|
| Recuento de coliformes totales (NMP/100 ml) | 430 |
| Nitritos (mg/L) | ND |
| DBO (mg O ₂ /L) | 6,3 |
| Turbidez (UNT) | 35 |

ND: no detectable

- **Emplazamientos y uso del suelo**

El suelo, en las zonas aledañas a las lagunas de tratamiento propuestas y de la ciudad de Crespo, se utiliza para la agricultura y la avicultura.

La alternativa A supone obras dentro del parque industrial y de los lotes donde están alojadas las lagunas del sistema de tratamiento.

El emplazamiento para la alternativa B es un lote sito en la zona rural, de aproximadamente 15 Has, distante 10 Km del PI. La geometría del terreno no es muy regular sobre el lado del arroyo Gómez. Los lados principales miden aproximadamente 450 y 400 m. Actualmente se desarrolla la agricultura.

En estos terrenos no se conoce ningún yacimiento arqueológico declarado y no existen reservas indígenas ni áreas naturales protegidas. La más cercana es el Parque Nacional Pre-Delta, creado en el año 1992 con el fin de preservar los ambientes del Delta superior del río Paraná. Tiene una superficie de 2.458 hectáreas y se encuentra ubicado en el suroeste de la Provincia de Entre Ríos, a unos 6 Km al sur de la ciudad de Diamante. El Parque pertenece a la eco región Delta e Islas del Paraná y se compone un paisaje de islas bajas e inundables.

6. Identificación de Impactos Ambientales

En la identificación de los impactos ambientales producidos por la obra, se distinguieron aquellos ocurridos en la etapa de construcción y los provenientes de la fase de funcionamiento, teniendo en cuenta las dos alternativas (A y B) planteadas.

- **Fase de construcción**

Las principales acciones impactantes detectadas en la etapa de construcción se deben a:

- * Alteración de la cubierta terrestre y la vegetación.
- * Excavaciones.
- * Alteraciones del drenaje.
- * Interrupciones o modificaciones en las vías de comunicación.

Estas acciones se corresponden con la construcción de los distintos componentes de la obra según cada alternativa; en general son inevitables y, si bien reversibles, generarán molestias asociadas a las obras.

- * **Alteración de la cubierta terrestre:**

Esta actividad no resulta de alto impacto para la alternativa A, ya que se utilizan superficies actualmente destinadas a actividades antrópicas.

En el caso de la alternativa B, tanto el tendido de la cañería de impulsión como la construcción de las nuevas lagunas, implican alteración de la cubierta terrestre; si las tareas posteriores de nivelación de cañerías son realizadas adecuadamente, no tendrá prácticamente afectación. Sin embargo, la construcción de las nuevas lagunas llevará a una alteración irreversible.

- * **Excavaciones:**

La alternativa A plantea el reacondicionamiento de las lagunas existentes. En este caso, se podría considerar como una “excavación” a la remoción de material sólido depositado en el fondo de las lagunas. Dicho material removido generará malos olores y dado que las lagunas están cerca de una ruta de acceso, la dirección de los vientos predominantes podría llevar estos olores hacia la población, además, contiene microorganismos potencialmente peligrosos para la salud humana.

En la alternativa B, parte de la cañería linda con la localidad de Crespo a través de calles, caminos y vía férreas, por lo cual se deberá tener en cuenta la emisión de material particulado, ruidos y vibraciones, impactos todos reversibles y de moderada intensidad.

* Alteración del drenaje:

Dado que la alternativa A plantea el reacondicionamiento de las lagunas existentes, la propuesta definitiva deberá contemplar como serán transitoriamente tratados los efluentes hasta la finalización de las obras.

Del mismo modo, en la alternativa B, deberá preverse el destino de los efluentes mientras se realizan las tareas de habilitación de las nuevas obras a fin de evitar derrames con los consiguientes perjuicios.

Un factor a tener en cuenta es la posible contaminación de la napa freática durante el proceso de construcción, si bien la probabilidad de ocurrencia es baja.

* Interrupciones o modificaciones en las vías de acceso:

En la alternativa B, parte del trazado de la cañería pasa por la localidad de Crespo a través de calles, caminos y vía férreas, por lo cual se deberá tener en cuenta: la emisión de material particulado, la circulación de maquinaria pesada y la alteración de la normal circulación vial, previendo las obras de señalización y seguridad necesarias, así como también la difusión de los eventos a la población para minimizar los inconvenientes generados.

• **Fase de funcionamiento**

La identificación de las acciones impactantes en el funcionamiento de la obra, se puntualizan teniendo en cuenta las distintas operaciones del proyecto:

- * Entrada de agua residual al sistema
- * Impulsión
- * Tratamiento Común (lagunas)
- * Descarga al cuerpo receptor

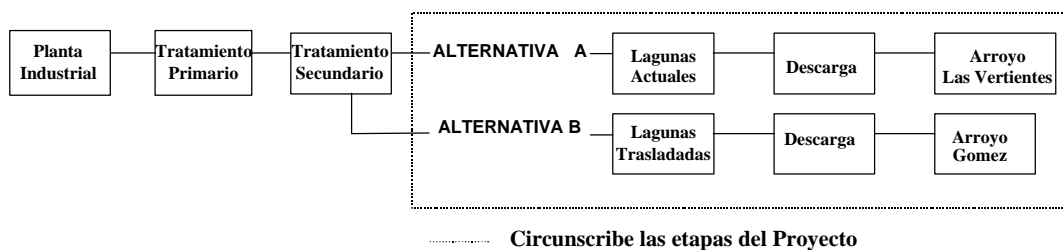


FIGURA 3: COMPONENTES DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

Como se puede apreciar en el esquema cada planta industrial, dependiendo de las características de sus efluentes, deberá implementar tratamientos primarios y también secundarios, para cumplir con los límites de DBO planteados en el proyecto. Para estos tratamientos primarios y/o secundarios que no están incluidos dentro de los alcances del estudio del proyecto no se realiza estudio de impacto ambiental, por ende los impactos que generen las alternativas de tratamiento que implementen las industrias deberán ser tenidas en cuenta. El estudio global de los impactos ambientales de un sistema de tratamiento de efluentes más fragmentado, sería más complejo.

* Entrada de agua residual:

En la alternativa B, la entrada de agua residual al sistema de tratamiento se produce a través una estación elevadora como se describe en el proyecto. En este punto del sistema el efluente cuenta con su mayor carga contaminante (materia orgánica).

El impacto identificado está principalmente asociado a los olores que puedan despedirse de la chimenea de las cámaras húmedas.

* Impulsión:

Esta etapa, cobra importancia en la alternativa de traslado de las lagunas, y puede presentar efectos negativos relacionados con olores molestos en las cámaras de válvulas y en la cámara de carga y con los consumos energéticos necesarios para los bombeos. Los ruidos producidos por las bombas no se consideran relevantes por encontrarse éstas en zonas no urbanas.

* Tratamiento Común:

Las lagunas pueden llevar a la contaminación de aguas subterráneas si no están construidas con la tecnología apropiada. Es importante en estos casos realizar el monitoreo de aguas subterráneas. Pueden causar olores molestos, pero debido a localización esto no implica un impacto negativo de magnitud.

La extracción periódica de los barros generados es otro aspecto importante a tener en cuenta cuando se analiza la opción de las lagunas, pues estos necesitan un lugar para su tratamiento y disposición final.

Debe tenerse en cuenta que los caminos existentes son de tierra lo cual acarrearía dificultades de acceso en caso de necesidad de ajuste del funcionamiento, retiro de los barros luego de las limpiezas o tareas de mantenimiento como el desmalezamiento, fumigaciones, etc.

* Descarga al cuerpo receptor:

Junto a la generación de olores, la descarga al cuerpo receptor son las cuestiones más notables de la intervención sobre el ambiente. En caso de inexistencia o mal funcionamiento del sistema de tratamiento de efluentes de un parque industrial, cuya consecuencia principal final es la eutroficación del cuerpo, situación actual del arroyo Las Vertientes, cuestión que se ha descrito con anterioridad. En términos generales, la forma de operar sobre un curso de agua está contemplada en la legislación vigente. Como se ha expresado en el apartado del marco legal, esta situación, “efluentes del parque industrial municipalidad de crespo”, frente a dos posibles cuerpos receptores “arroyo Las Vertientes” o “arroyo Gómez” no esta directamente explicitada en la norma aplicable,

dado el caudal y estacionalidad de los cursos, si no que, necesita de un acuerdo especial con la autoridad de aplicación de esta misma, de la cual deberán surgir las condiciones límites de volcado y por ende la definición del tratamiento a aplicar.

Mas allá de la necesaria definición que debe adoptar la autoridad de aplicación prevenir como se dijo, la eutroficación de este tipo de cuerpo receptores es más complejo dado los bajos e inconstantes caudales y la falta de información relevante (registros históricos).

Otras cuestiones a tener en cuenta son el uso de estos cuerpos por parte de la población, la afectación de la flora y fauna que se sustenta de los mismos y la modificación de los cauces por la acción erosiva del caudal de efluente en relación con los caudales propios. En este sentido no se ha notado que las actividades recreacionales y de esparcimiento sean de relevancia; en cuanto a la afectación de la flora y la fauna y la acción erosiva del caudal del efluente debería evaluarse en el proyecto de obra definitivo.

Con éstas consideraciones realizadas y teniendo en cuenta la situación actual de ambos cuerpos receptores propuestos, una obra de saneamiento seguramente contribuirá a la recuperación del arroyo Las Vertientes, impacto ambiental positivo, y con la otra se intervendrá sobre un curso de agua actualmente en buenas condiciones, tal como es el arroyo Gómez.

7. Aspectos Generales del Impacto de la Obra

Cualquiera de las alternativas escogidas tendrá un alto impacto ambiental positivo, ya que su objetivo es disminuir los efectos sobre el medio ambiente de los efluentes de un parque industrial. La obra impacta positivamente en muchos aspectos. Por un lado, tendrá efectos beneficiosos sobre la salud humana, la calidad de vida y la percepción social de la actividad, cuestiones se estiman son valoradas por los habitantes de la localidad de Crespo y que se manifiesta a través del muy buen aspecto general del espacio público de esta localidad. Por otra parte, también se ven beneficiadas cuestiones como el crecimiento económico sustentable, la generación de recursos económicos y mano de obra locales, actividades que las poblaciones en general valoran.

Si bien las alternativas tienen complejidades técnicas particulares, se deberán plantear para cualquiera de ellas un plan para su administración y gestión durante la etapa de funcionamiento, mantenimiento, monitoreo ambiental y plan de contingencias.

En el caso del traslado de las lagunas se estaría generando un pasivo ambiental constituido por las actuales lagunas de tratamiento, esto implicaría alguna tarea de remediación.

8. Recomendaciones para la Mitigación de los Impactos

- ♦ Durante la ejecución de las obras, se producirán efectos negativos transitorios, por los inconvenientes que son característicos en este tipo de obra (ruidos, molestias en la circulación vehicular, etc.). Estos efectos pueden mitigarse con una correcta planificación de las obras y la difusión en la población de las mismas, programación de cortes, señalización de desvíos, etc.).
- ♦ Se deberá reponer la vegetación removida en el tendido de la cañería para los efluentes .
- ♦ El cronograma de obras deberá ser confeccionado teniendo en cuenta el destino transitorio de los efluentes.
- ♦ En el caso de la generación de olores, que es uno de los impactos más notables, se pueden mitigar mediante la implantación de cortinas arbóreas de especies adecuadas.

- ♦ Se deberán tener en cuenta las posibles fugas en cañerías y filtraciones de las lagunas del sistema que puedan llegar hasta las napas freáticas y producir una contaminación de las mismas, se debe prever los correctos sellados de cañerías y/o dispositivos e impermeabilización de lagunas.
- ♦ Se deberá controlar la posible proliferación de plagas como insectos y roedores a través de un adecuado programa de mantenimiento.
- ♦ Se deberá restringir el acceso al área de tratamiento.
- ♦ Se deberá implementar un programa de monitoreo de las napas subterráneas como así también de la calidad ambiental en general.
- ♦ El correcto funcionamiento de la obra es esencial para evitar alteraciones del entorno, se recomienda para ello que se implemente una adecuada gestión de la misma.

9. Conclusiones

Se resumen en el siguiente cuadro solo aquellos impactos que facilitan la comparación de ambas alternativas.

TABLA 19. COMPARATIVOS AMBIENTALES DE ALTERNATIVAS A Y B

| IMPACTOS DE LAS ALTERNATIVAS | | | | | |
|------------------------------|---|---|---|--|---|
| | Impacto | Alternativa A | V | Alternativa B | V |
| Etapa de Construcción | Ruidos, vibraciones e Interrupciones en las vías de comunicación. | Los movimientos de maquinaria se producirían dentro de la zona de tratamiento actual del parque industrial. | B | El tendido de la cañería de impulsión y la construcción de nuevas lagunas implican movimiento de maquinarias y tierras a lo largo de un tramo considerable, en zonas urbanas, semiurbanas y rurales. | M |
| | Alteración de la Cubierta terrestre y la vegetación | Se opera sobre un área ya asignada a uso industrial. | B | Se opera sobre área urbana y rural. Los impactos son reversibles en el caso del tendido de la cañería e irreversible para la construcción de las lagunas | M |
| | Alteración del drenaje | Se suspenderá el drenaje de efluentes hacia las lagunas actuales para su limpieza. | M | Implica tareas de reconexión al nuevo sistema. | B |
| | Emisión de olores | La remoción de material depositado en las actuales lagunas para su limpieza generará olores | M | | N |
| | Generación de residuos sólidos | Los barros extraídos de las actuales lagunas contendrán organismos potencialmente peligrosos para la salud. | M | | N |
| Etapa de funcionamiento | Emisión de Olores | Las lagunas están muy próximas a la ruta de acceso a Crespo y su ubicación es desfavorable respecto a la cercanía de la población urbana. | M | La ubicación elegida para las lagunas no favorece la percepción de olores por parte del núcleo urbano, | B |
| | Contaminación de Napas | Pueden existir filtraciones en las lagunas o en las distintas etapas del tratamiento. | B | Ídem. | B |
| | Generación de Residuos Sólidos | La mayor parte de los sólidos son degradados en las mismas lagunas. Se generan sólidos como producto de limpiezas periódicas. | M | Ídem. | M |
| | Fauna | Insectos y roedores pueden desarrollarse en el sistema de lagunas | M | Ídem. | M |

| | | | | | |
|--|--------------------------------|---|---|---|---|
| | Flora | | N | Si bien los suelos son de uso agrícola, la reutilización de los mismos, eliminaría permanentemente su flora implantada. | M |
| | Alteración del Cuerpo Receptor | El Arroyo “Las Vertientes” utilizado como cuerpo receptor para estas alternativas, está actualmente utroficazo, se espera que un correcto funcionamiento de las obras de saneamiento propuestas ayuden a la recuperación de este curso. | + | Se estaría interviniendo sobre una porción del curso actualmente en buenas condiciones. | - |
| | Paisaje | Su ubicación en un entorno que ya ha sido asignado a uso Industrial no alteraría sustancialmente el paisaje, mediando algunas obras complementarias. | B | El entorno actualmente es de exclusivo uso agrícola, no posee vías de comunicación cercanas. | M |
| | Modificación del uso del suelo | No requiere espacio adicional al que hoy está dispuesto como área de uso industrial. | B | Implica reasignar el uso de una parcela agrícolamente productiva. | M |

* Referencias:

V: Valoración del impacto

A: alto impacto

B: bajo impacto

M: impacto medio

N: impacto nulo

(+): Impacto positivo

(-): impacto negativo

5. COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS CONVENIENTE

Teniendo en cuenta el siguiente cuadro, en donde se resumen los costos de construcción, y de operación y mantenimiento, con el fin de comparar las alternativas desde el punto de vista económico, se tiene:

TABLA 20 COMPARACIÓN ECONÓMICAS DE ALTERNATIVAS

| COSTOS | ALTERNATIVAS | |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| | ALTERNATIVA A | ALTERNATIVA B |
| COSTO DE CONSTRUCCION | \$ 356,922.33 | \$ 2,606,058.26 |
| V.A.N. OPERACION Y MANTENIMIENTO | \$ 419,340.41 | \$ 993,790.66 |
| COSTO TOTAL | \$ 776,262.74 | \$ 3,599,848.91 |

A partir de la premisa de minimizar los costos totales de la inversión y los impactos ambientales de la futura planta de tratamiento de los efluentes industriales, es decir, de la comparación de los costos constructivos y de operación y mantenimiento por un lado y las conclusiones de la Información Ambiental de las Alternativas y Legal e Institucional por otro, las autoridades provinciales, municipales y del Consejo Federal de Inversiones definieron lo siguiente:

- **Elegir como la alternativa más conveniente** para el desarrollo del Anteproyecto Definitivo a la denominada "**Lagunas Actuales Reacondicionadas**"