

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

SECCIÓN DE POSTGRADO



**TRANSICIÓN A LA AUSENCIA DE MINERALES EN LA
CIUDAD DE CERRO DE PASCO: UNA
APROXIMACIÓN CON LA DINÁMICA DE SISTEMAS**

TESIS:

Para Optar el Grado Académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN

INGENIERIA DE SISTEMAS

Yuri NUÑEZ MEDRANO

LIMA PERU

2006

INDICE

Carátula.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
ÍNDICE.....	IV
DESCRIPTORES TEMÁTICOS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	IX
Capítulo I: Marco Teórico y Metodológico.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.1.1 Problemas Específicos.....	9
1.2 Objetivos.....	11
1.2.1 Objetivos Generales.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 Justificación de la Investigación.....	13
1.3.1 Justificación Teórica..	13
1.3.2 Justificación Práctica..	16
1.4 Hipótesis	18
1.5 Marco teórico	19

1.5.1 Antecedentes.....	19
1.5.2 Bases Teóricas.....	39
1.6 Diseño Metodológico.....	62
1.6.1 Tipo y nivel de Investigación.....	62
1.6.2 Población y Muestra.....	62
1.6.3 Técnicas e instrumentos.....	62
1.6.3.1 Recolección de datos.....	63
1.6.3.2 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	63
Capitulo II: Estructura del Sistema.....	65
2.1 Descripción Metodológica de la Tesis.....	65
2.1.1 Demografía.....	67
2.1.2 Minería	74
2.1.3 Medioambiental.....	86
2.1.3.1 Monitoreo de Agua.....	86
2.1.3.2 Monitoreo de Aire.....	99
2.1.4 Laboral.....	109
2.1.5 Educación.....	119
2.1.6 Vivienda.....	132
2.1.7 Empresarial.....	146
2.2 Validación.....	156
Capitulo III: Resultados.....	167
3.1 Ejecución del Modelo.....	167
3.2 Análisis de Sensibilidad	191
3.2.1 Sensibilidad en lo Laboral	192
3.2.2 Sensibilidad en Educación.....	196
3.2.3 Sensibilidad en la Minería.....	200

3.2.4 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería	205
3.3 Optimización y Cambio de Política.....	211
Capitulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	215
4.4 Conclusiones.....	215
4.5 Recomendaciones.....	220
4.6 Trabajos Futuros.....	222
BIBLIOGRAFÍA.....	223
ANEXOS.....	233
A.1 Tablas.....	233
A.2 Figuras.....	236
A.3 Modelo Completo en Formato Texto.....	244
A.4 Comportamiento del Modelo.....	289
A.5 Sistema Conejos y Lobos resueltos en Mathematica y Matlab.....	297
A.6 Dinamica de Sistemas + Red Neural.....	299

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

- Desarrollo Sostenible.
- Dinámica de Sistemas.
- Simulación.
- Complejidad.
- Explotación Minera.

RESUMEN

La ausencia de la bonanza que trae los minerales en tiempos anteriores acarrea una solución práctica que era la despoblación, pero en estos tiempos y los conocimientos de ella, sería un huir a la responsabilidad. Esta tesis estudia algunos aspectos del impacto de la minería en la Ciudad de Cerro de Pasco entre 1990 al 2050. Utilizando el campo de la Dinámica de Sistemas básicamente como herramienta de análisis, esta tesis específicamente revisa los siguientes subsistemas: demográfico, ambiental, empresarial, laboral, minero, educativo y vivienda de la Ciudad. El agotamiento de los recursos Mineros que es algo predecible e incuestionable y el impacto de este en todos los subsistemas de la ciudad como una reacción consecutiva de hechos entre ellos que desencadena una disminución poblacional y de los demás subsistemas, posteriormente llegándose a recuperar la población y de los subsistemas en un lapso de tiempo. Se analizó los datos resultantes realizando análisis de sensibilidad, optimización y cambio de política.

INTRODUCCIÓN

La interrelación empresarial con las comunidades colindantes tiene un efecto positivo mediante la estrategia empresarial, estrategia social y el desarrollo de relaciones comunitarias, es un ejemplo de pseudo capital vivo esto es un avance respecto a las economías de enclave¹, muestra de esto es el nuevo ISO 26000² de responsabilidad social empresarial.

La importancia de la interdependencia de la transferencia y generación de conocimientos en la transición de una población con cultura minera a una que después no dependa de la minería tomando como caso particular a la Ciudad de Cerro de Pasco es fundamentalmente lo que se muestra la tesis.

Se realizó un análisis mediante la Dinámica de Sistemas que valoró los Subsistemas Minero, Ambiental y Socio Económico de la Ciudad de Cerro de Pasco. Para ello se agruparon las variables clave de cada subsistema que se interrelaciono, evaluó y contrastó con los valores históricos de 1990 al 2005 según este comportamiento el modelo ofreció los resultados hasta el 2050. El modelo ensaya proyecciones cuantitativas para percibir el comportamiento posterior en la población.

¹ Un enclave no otorga la oportunidad para el desarrollo doméstico debido a que impiden que el flujo de recursos estén bajo el control domestico, no otorgan estímulo de transformación en otros sectores.

² Organización Internacional de Estandarización (International Organization for Standardization, ISO).

"El futuro no puede ser predecido, incluso si esto se podría, no nos atreveríamos a actuar en base al pronóstico".

Arie P. de Geus

Capitulo I:

MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

1.1 Planteamiento del Problema

La Ciudad de Cerro de Pasco (departamento de Pasco) se encuentra ubicada en la región alto andina a una altura sobre los 4380 msnm (metros sobre el nivel del mar), cuenta con una superficie de 4758.57 Km², su fundación data del 12 de febrero de 1821. Su población de acuerdo al censo de 2005 es aproximadamente 66920 personas relativamente similar con el censo de 1993 alrededor de 61839.

Desde la época colonial Cerro de Pasco se ha definido como una ciudad minera, actualmente se extrae anualmente un aproximado de 2 millones de toneladas métricas de mineral. Produce regularmente metales como plomo y zinc anteriormente se explotaba cobre y plata lo cual dejo de explotarse por diferentes factores. A lo largo de su historia, Cerro de Pasco ha aportado ingresos al fondo nacional, a empresas privadas y estatales pero a pesar de eso, es un lugar inestable económicamente y con problemas de contaminación.

El Perú tiene una descendencia cultural en la minería [Osorio(2003)], desde tiempos ancestrales, precolombinos, la explotación del mineral es un común

denominador en esta parte de Latinoamérica. En 1567 se tuvo el primer denuncia minero en la jurisdicción del Cerro de Pasco, a partir de ello, la actividad se ha desarrollado vertiginosamente. Desde el primer denuncia minero se inicio el aprovechamiento mediante pequeñas minas que rústicamente explotaban el mineral, antes de la Republica. En la independencia del Perú, en la Ciudad de Cerro de Pasco se seguía teniendo varias minas disgregadas en la zona, por lo que ahora está el tajo abierto³, en esos tiempos era un centro económico cosmopolita, que albergó la casa de la moneda y algunos consulados, hasta que se formo la Cerro de Pasco Cooper Corporation la que asimiló a todas las pequeñas mineras y se explotó masivamente el mineral sin una plan urbano adecuado de la ciudad de Cerro de Pasco. Ahora dentro del área urbana se tiene un tajo abierto de más de 110 hectáreas de extensión y minas subterráneas que produce estabilidad económica y dificultades con la población.

Méndez(1995) recomienda que los síntomas y causas deban de constituirse en la base para la formulación de variables de investigación. En la Tabla 01 se muestra los síntomas, causas, pronósticos y control al pronóstico. Los síntomas son los hechos o situaciones que se observan al analizar el objetivo de investigación; las causas son hechos o situaciones, que se producen por la existencia de los síntomas; el pronóstico son las situaciones que pueden darse si se sigue presentando los síntomas y causas; el control al pronóstico son las acciones por las que el investigador puede anticiparse y controlar las situaciones identificadas en los síntomas, causas y pronósticos.

Méndez(1995) define la identificación de los síntomas que vienen ha ser las variables dependientes y las causas que son las variables independientes.

³ O también llamado Open Pit.

El pronóstico es lo que se quiere prevenir siendo la razón de la tesis resolver para no llegar al supuesto pronóstico, si el escenario sigue como esta. En la Tabla 01.

Tabla 01 Síntomas, Causas y Pronósticos.

A. Síntomas	B. Causas	C. Pronósticos	Control al Pronóstico
S1 La Ciudad se encuentra en una relativa estabilidad socio económico.	C1 La relativa estabilidad se debe a la descapitalización de la ciudad, por no tener una dinámica industrial y tener poca relación en el flujo económico con la Compañía Minera.	P1 La descapitalización de la ciudad, no hará a la ciudad económicamente sustentable, cuando no tenga recursos naturales no renovables.	Identificar otras formas de capitalización convencional y no convencional.
S2 La dependencia de una fracción de la población económicamente activa en la minería es sobreentendido.	C2 los precios del mineral se encuentran estables, la estabilidad laboral se encuentra casi comparativamente estable, ni como atrayente ni como un descomunal expulsor de población.	P2 Crea un futuro incierto, pero según proyecciones será rentable la explotación de la Minera, pero implanta antagonismo en la previsión del futuro inmediato.	Evaluar impactos. Dependencia e interdependencia de zonas aledañas y regiones
S3 El comercio de productos terminados en gran parte no son de industrias de la ciudad, se tiene una alta fracción de la población que depende del comercio.	C3 Una significativa parte de producto de consumo básicos son traídos de provincia vecinas.	P3 Se tiene una relativa armonía socio económica en la región, pero endeblemente aún más a cualquier exabrupto en la situación dependiente de productos.	Se tiene productos agrícolas en función a la población. Intercambio comercial casi constante con comunidades aledañas.
S4 La agricultura no es una actividad muy difundida alrededor de la ciudad, sólo de pocos productos.	C4 Los productos agrícolas son traídos de comunidades aledañas así como distantes.	P4 Se tiene asegurado los productos agrícolas, ha menos que el mercado de la ciudad no sea adecuado y los comerciantes salten a otros mercados rentables.	Dependencia de políticas del estado de turno y de la población y demostrar que la educación es en gran medida importante.
S5 El comercio con comunidades aledañas en lo agropecuario y otros a la ciudad, es notable, y en parte a su situación como eje vial.	C5 La relación familiar así como comercial están fuertemente relacionados con comunidades aledañas, así estas subsidian en parte a la población económica ciudadana cuando la ciudad tiene inestabilidad en su economía (debido a la Minera y por la política Estatal).	P5 El flujo comercial se tiene asegurado, mientras sea rentable.	Identificar el comportamiento de los impactos ambientales mineros y resaltar sus posibles comportamientos.
S6 Organismos Gubernamentales del estado y de la región se encuentran en la Ciudad.	C6 Esta relación genera muchos puestos de empleo, la interdependencia de cada uno de ellos puede malversar objetivos comunes. La educación es un punto importante.	P6 Se tiene una fuerte dependencia económica de estos organismos gubernamentales, y estos a su vez de la política del estado de turno y de la población de la ciudad, La formulación de políticas así como en la educación puede generar el paso para depender de las habilidades de la población.	Según la situación actual y con los datos históricos, estudiar el comportamiento desde 1990 hasta el 2005 y modelaremos el comportamiento en el pasado y con su comportamiento en el tiempo veremos el comportamiento consecuente. Es obvio que esta ciudad minera gira entorno a la minería y sus reservas de mineral evaluadas, el agotamiento de mineral en la Minera de seguro trascenderá en la población de diferentes formas.
S7 La caja de Pandora Minera, que causa desorden socio ambiental y un clima no adecuado.	C7 Se tiene ha originar una pobre negociación y planificación entre la Población y la Minera, disminuyendo ganancia a ambos.	P7 El comportamiento ambiental de la minería afectará constantemente a la población mientras continúe la Minería.	

Fuente Elab. Prop.

La administración de la Minera que opera hoy en la ciudad de Cerro de Pasco pertenece a VOLCAN S.A.A., antiguamente Cerro de Pasco Cooper Corporation

hasta que fue expropiada por el Gobierno Militar en 1974, a manos de CENTROMIN Perú en la Unidad de Producción de Cerro de Pasco. En la década del 90, el gobierno de Alberto Fujimori decidió, la privatización fragmentada de la empresa CENTROMIN Perú. Ahora pertenece a la Compañía Minera VOCAN S.A.A. Unidad Minera Cerro de Pasco.

Respecto al clima es frío [DIGESA(2000)] una temperatura de 20°C y una mínima de 8°C, con dos temporadas bien marcadas temporadas de helada, de inicio aproximadamente en el mes de mayo y concluye en el mes de septiembre, con descensos de temperatura por la mañana de hasta 5 grados bajo cero. Las precipitaciones se presentan en forma de granizada, la temporada de lluvias, se inicia en el mes de octubre y concluye en el mes de mayo. Se caracteriza por la presencia de intensas lluvias.

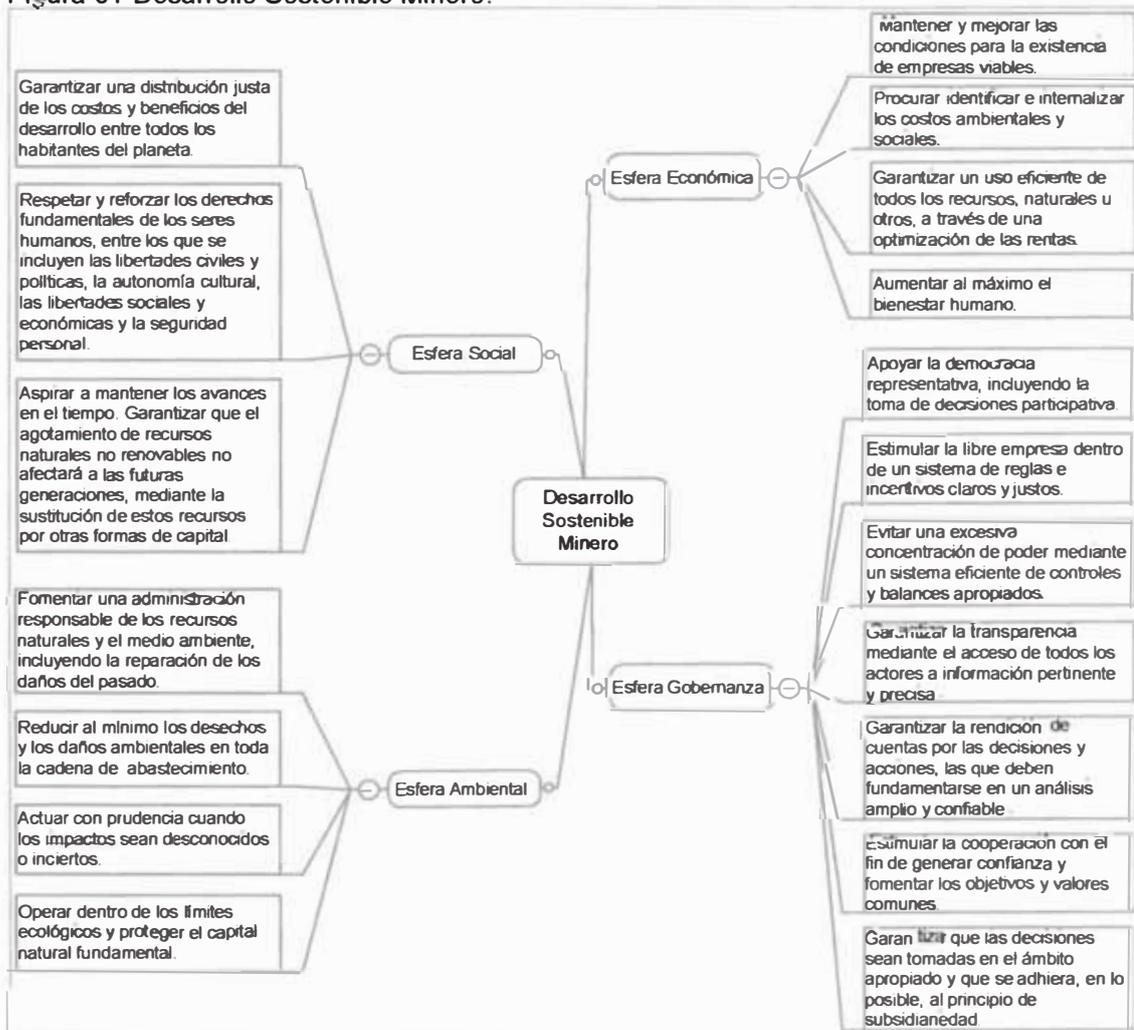
La temperatura mas baja se presenta entre los meses de mayo a septiembre, en donde en muchos de los casos las temperaturas llegan a ser inferiores a los 0°C. Se puede inferir que durante los meses de mayor insolación de noviembre a marzo, se puede presentar fuertes vientos debido a las diferentes conformaciones superficiales (cerros, laderas, hondonadas, lagunas, etc.) que tiene un diferente calentamiento durante las horas del día, originando diferencias de presión en las diversas superficies de las zonas expuestas a la radiación solar directa, lo cual favorecía el desplazamiento de las masas de aire en las diferentes direcciones, incidiendo directamente en la mejor dispersión de los contaminantes.

Los puntos que abarca el desarrollo sostenido en la Figura 01 esto es algo genérico de lo propuesto en IIED(2001), pero es aplicable dentro del marco de la Ciudad de Cerro de Pasco los principios propuestos de las esferas de gobernanza, económica,

ambiental y social deben de verse como aspiraciones de alto nivel que se pueden aplicar. En la aplicación del desarrollo sostenible como tal, según Blanco y otros(2002) se tendrá que identificar los siguientes puntos para verificar los límites del caso.

- Identificación de actores.
- Captación de la información.
- Recepción de preguntas, comentarios y opiniones.
- Taller de trabajo con actores seleccionados.
- Reuniones de difusión de resultados con actores factiblemente realizables.

Figura 01 Desarrollo Sostenible Minero.

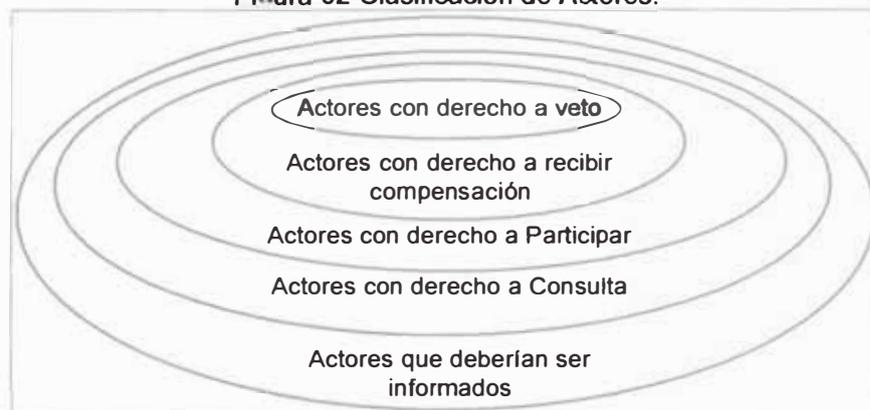


Fuente Elab. en base de IIED(2001).

IIED(2001) clasifica a los actores de acuerdo a la Figura 02.

- *Actores con derecho a veto*, ejemplos: autoridades de gobiernos correctamente constituidos, facultados para negar permisos; dueños de tierras con derechos de explotación y que no tienen la obligación de vender.
- *Actores con derecho a recibir compensación*, ejemplos: dueños de tierras que no poseen derechos de explotación; trabajadores heridos; comunidades que deben ser reasentadas.
- *Actores con derecho a participar*, ejemplos: algunos organismos indígenas nacionales; autoridades locales de planificación; personas que reúnen los requisitos para participar en procesos de EIA⁴ (Estudio de Impacto Ambiental).
- *Actores con derecho a consulta*, ejemplos: personas afectadas cuyas opiniones deben indagarse; comunidades vecinas; organismos de gobierno no involucrados en la toma de decisiones.
- *Actores que deberían ser informados*, ejemplos: abastecedores, medios de comunicación.

Figura 02 Clasificación de Actores.



Fuente IIED(2001).

PGU(2005) describe una lista de los diferentes actores y/o organizaciones de la ciudad de Cerro de Pasco en la Tabla 02.

El sistema es la Ciudad de Cerro de Pasco que comparte territorio con la compañía Minera que explota mineral, de la cual se recogió información de: Demografía; Laboral; Empresarial; Ambiental; Minero; y Vivienda. El segmento de interés del

⁴ Estudio medioambiental que el Estado norma, a todas las entidades que en su proceso de producción que originan residuos que afecta al medioambiente.

mundo real que viene a ser el *Sistema de Referencia*⁵ es la población de la Ciudad de Cerro de Pasco, con las siguientes características:

- La Población depende de gran manera de la Minera como fuente de ingresos.
- La Minera depende que no tengan incidentes con la población pues puede ocurrir retrasos en su proceso de producción.
- Los Pobladores y la Minera depende de leyes del Estado.

Tabla 02 Actores y/o Organizaciones.

Municipalidad Provincial de Pasco.
Gobierno Regional de Cerro de Pasco (ex Consejo Transitorio de la Administración Regional Pasco).
Municipalidad Distrital de Yanacancha.
Municipalidad Distrital de Simón Bolívar.
EMAPA Pasco.
Prefectura de Pasco.
Dirección Regional de Educación.
Dirección Regional de INEI.
Dirección Regional de Energía y Minas.
Dirección Regional de Salud.
Red Centro Salud.
Policía Nacional del Perú.
Instituto Superior Tecnológico Huarica y Pasco.
Municipalidad Centro Poblado Menor de Paragsha.
ICTA Pasco.
PRONAMACHCS Pasco.
Pueblo Joven Túpac Amaru.
Pueblo Joven Columna Pasco.
Asentamiento Humano Víctor Arias Vicuña.
Colegio de Periodistas.
Comité de Vaso de Leche de Chaupimarca.
Frente de Defensa de San Juan y Yanacancha.
Barrio Santa Rosa.
Federación de Pueblos Jóvenes y Asentamientos Humanos de Cerro de Pasco.
Mesa de Concertación Ambiental de Cerro de Pasco.
Frente Amplio de Defensa de los Intereses de Pasco.
Sindicato de Trabajadores Mineros de Cerro de Pasco.
Federación de Mineros y Metalúrgicos de Pasco.
Centro de Cultura Popular LABOR.
IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible.
Asociación de Comunicadores Sociales CALANDRIA.
CIED Centro de Investigación, Educación y Desarrollo.
Asociación Ande Amazónica de Productividad Empresarial Ande Peruana - APERU.
CODEH Pasco.
AMPE Asociación de Municipalidades del Perú.
Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
Radio Mar.
CENTROMIN.
MINERA VOLCAN.
TELEVISORA MUNICIPAL.
RADIO ALTURA.
Fuente PGU(2005).

⁵ Escenario en estudio.

El planteamiento del Problema en el siguiente párrafo.

Las reservas⁶ de mineral de la Minera de la Ciudad de Cerro de Pasco cuentan con una proyección de 21 millones TM (toneladas métricas), se extrae⁷ con una tasa de 2 millones de TM/anales de mineral lo que⁸ representa unos 9.5 años de explotación a nivel de extracción del año 2000, con una producción final de mineral fino de plomo, zinc, plata, oro y cobre alrededor de 284289 TMF⁹ (toneladas métrica finas) anual, la Región tiene un canon minero importante, la empresa cuenta¹⁰ con 1139 obreros y 315 empleados en planilla, y con 1000 trabajadores de empresas contratistas, los 66920 habitantes¹¹ involucrados con una tasa anual de 0.5% de crecimiento poblacional, la actividad económica que es eje es la de explotación de Minas y Canteras la que contribuye al PBI departamental en un 49.8%, la PEA¹² (población económicamente activa) es de 35.6% y con un PEA ocupada de 94.3%, dado que se tiene una dependencia económicamente importante en la minería y que los recursos minerales de la Minera VOLCAN Unidad Operativa de Cerro de Pasco no serán suficiente en un lapso aproximado de 10 años que se desencadenará un desequilibrio económico en la población de la ciudad, frente a esto se planteó realizar una aproximación de este escenario mediante un modelo de simulación que ayude a asemejar el comportamiento de la Ciudad en lo demográfico, ambiental y económico del año 1990 al 2050.

El problema busca mostrar la realidad de la ciudad en un escenario futuro, independientemente del propio problema de la ciudad que inhibe la calidad de vida de los habitantes, y la meta o solución de esta, que se reflejaría en tener

⁶ Según la referencia Aste y otros(2003).

⁷ Según la referencia Anonimo(2000).

⁸ Según la referencia Aste y otros(2003).

⁹ Se refiere al mineral en su estado más puro, óptimo para la comercialización.

¹⁰ Ministerio de Energía y Minas.

¹¹ INEI Instituto nacional de Estadística e Informática.

¹² INEI Instituto nacional de Estadística e Informática censo nacional 1993.

condiciones similares a países líderes. Se realizó el modelo interpretando el comportamiento de la ciudad al igual que a su conducta problemática que es declarado por diferentes autoridades, políticos y autores de la bibliografía.

1.1.1 Problemas Específicos

Según Valderrama(2002) se tiene que indicar los factores del problema estos no siempre están directamente identificados o no se tengan datos cuantitativos tangibles o en consenso. Teniendo como base la incertidumbre económica que afectaría a otros sistemas después del agotamiento del mineral, se amplía con la situación actual en dos grupos de problemas específicos base:

- Contaminación ambiental.
 - Contaminación en Cuencas Hidrográficas las cuencas de los ríos de San Juan efluente al Mantaro y Tingo Palca efluente del Huallaga.
 - Emisiones de gases.
 - Deterioro en la calidad de aire y del suelo urbano.
 - Desechos domésticos o sólidos.
 - Niños y adultos con plomo en la sangre.
 - La laguna Patarcocha se encuentra en pleno corazón de la ciudad está contaminada.
 - Enfermedades respiratorias agudas.
 - Inestabilidad física con peligro de hundimiento y deslizamiento de áreas urbanas.
 - Las aguas ácidas.

- Socio Económico
 - Fragmentación Urbana y bloqueo de desarrollo urbano.
 - Necesidades Insatisfechas Básicas con 41.9% de la población con al menos una necesidad básica insatisfecha¹³.

¹³ INEI Pasco.

- Los criterios de desarrollo sostenido, y minería de enclave¹⁴ han sido argumentados a favor de las Empresas mineras.
- Alto desempleo en Cerro de Pasco, entre 1990 y 2000.

¹⁴ Cuando un Factor económico relevante que es dependiente del exterior y interdependiente del sitio de aprovechamiento, ejemplo tiempo atrás el huano de las islas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

El objetivo general se centra en el siguiente párrafo.

Aproximar la situación problemática del sistema de una población que es afectada de manera directa y no directa, por la explotación minera, enfocándonos en la población de ciudad de Cerro de Pasco como caso que reúne estas características a modo de comparación, verificación, validación y concretización del modelo. El objetivo se centralizará en el modelamiento de la población minera haciendo distinguible las políticas para el sostenimiento de su desarrollo en un lapso de tiempo continuo de 1990 a 2050.

Conforme al modelo nos hacemos una *Pregunta clave* como Blanco y otros(2002).

“Cómo puede la minería impactar al desarrollo económico y social, y a las otras dimensiones de la sostenibilidad”.

En instituciones como el CONAM se tiene identificados diferentes datos mostrados cualitativamente propuestos pero no desarrollados en forma cuantitativa. El modelo trata de aflorar y hacer distinguible los sectores trascendentales para la formulación de políticas adecuadas para la independencia de los recursos naturales no renovables, en este caso del mineral.

Las variables del modelo se identificó según datos históricos y actuales de las diferentes instancias del Estado peruano, Gobierno Nacional, Gobierno Regional, Municipal y de la Minera, conforme a todos los datos ya sean cualitativos y cuantitativos se evaluó el comportamiento de la Ciudad Minera.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Representar el comportamiento de las variables y sub variables del sistema.
- Mostrar los indicadores relevantes para el funcionamiento del sistema.
- Ajustar el modelo a la realidad e interrelacionar el modelo en las diferentes variables.
- Validar el modelo.
- Manipular el modelo para la formulación de políticas.

Uno de los objetivos después de la realización del modelo:

- Identificar que sectores puede contribuir, a la transición hacia el desarrollo sustentable de la población.
- Esta tesis no se pregunta por la sostenibilidad de la industria Minera aunque esta bien arraigada en el modelo, sino cómo la relación con la industria Minera influye al desarrollo sustentable de la ciudad Minera mediante identificación de sectores claves.

Unas de las preguntas que se presentó para formular la descripción de objetivos específicos.

- ¿Cómo se modelará el sistema?
- ¿Qué datos necesitará el modelo matemático planteado?
- ¿Cuánto influye las modificaciones al modelo validado?
- ¿Cómo se comportará al modificar los tipos de variable del modelo con la dinámica de sistemas?

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1 Justificación Teórica

Randers(2000) menciona que en el libro World Dynamics de Forrester en 1971 define la importancia de *crecimiento no sostenido*, enfocando a las consecuencias de un *crecimiento no sostenido* y proveyendo los recursos para resolver el *crecimiento no sostenido*. También narra Randers(2000) desde sus primeros usos de la dinámica de sistemas en 1971 Jaw W. Forrester presento el “Equilibrium Run¹⁵” a los miembros del Club de Roma en el MIT¹⁶ el cual constaba del “World1¹⁷”, con 35 años de retrospectiva, esta claro que en unos meses de análisis de los sistemas dinámicos en el modelo “World1” fueron suficientes para obtener la causa de los conceptos no existentes en los 70s de *crecimiento no sostenido*. En el año 2000, formalmente se ha bautizado con el nombre de “Sustainable Development¹⁸”, este concepto se ha tenido en los discursos, de un desarrollo global en el 2000 de quienes dirigen las sociedades, no solo el occidente está en la necesidad de búsqueda del sostenimiento en la industria.

En las ciencias sociales [Deuch y otros(1977)] se dice que se puede distinguirse tres “Mundos de modelos” en la Figura 03. El Mundo A como lo representa los modelos econométricos lineales, con muchos cientos de variables; el Mundo B representado por sistemas no lineales que incluyen un buen número variables (de los que se ocupa por ejemplo, la dinámica de sistemas), y el Mundo C que comprende únicamente unas cuantas variables con parámetros mas allá de la integración numérica (Teoría de catástrofes de Thom). Lo importante en estos

¹⁵ Ejecución del Equilibrio.

¹⁶ Traducción, Instituto Tecnológico de Massachussets.

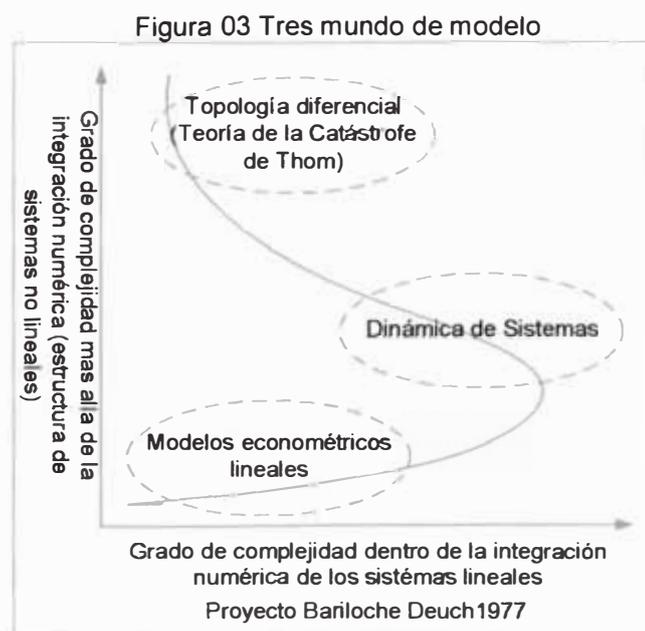
¹⁷ Modelo del Mundo primera versión.

¹⁸ Desarrollo Sostenido o Desarrollo Sustentable.

fundamentalmente el contenido empírico (o medida) de los parámetros y las variables estatales, sino la estructura topológica del sistema.

Estos tres mundos pueden estar ubicados con respecto a su posición relativa a la complejidad numérica y al grado de su naturaleza lineal respectivamente (de manera algo simplificada) como se muestra en la figura a continuación, al lado de la abscisa, encontramos el Mundo A de cada vez mayor complejidad empírica, ejemplo un mundo con números crecientes en las variables, todas pertenecientes a mas o menos la misma clase de fenómenos, ejemplo los fenómenos políticos, estos modelos son muy exigentes, empíricamente, son lineales y “puros” en el sentido de que incluyen únicamente aquellas variables que pertenecen a las misma “disciplina”.

El Mundo A, en el caso de los modelos econométricos, se incluyen únicamente variables “económicas”, en tanto que todas las demás, como las variables políticas son excluidas incluso si su importancia puede ser reconocida. La naturaleza lineal y la “complejidad” dentro de la integración numérica como también la “pureza” son las características de este tipo de modelos.



Fuente Deuch y otros(1977)

EL Mundo B la “dinámica de sistemas” la que fue desarrollada por Forrester. La primera generación de modelos tratados con este método tenía de alguna manera, menos variables que los modelos econométricos tradicionales, aunque la diferencia más importante sigue siendo la diferencia de su naturaleza no lineal de las relaciones entre las variables y la extensión (alcance) del área objeto. No solo incluye variables económicas sino muchas otras, como por ejemplo los efectos de la contaminación sobre la mortalidad, la educación sobre la fertilidad y los alimentos per capita sobre la expectativa humana, etc.

El Mundo C, las diversas aplicaciones de la Teoría de Catástrofes de Thom, representada por los modelos del Mundo C. Las diversas aplicaciones de la Teoría de Catástrofes a los sistemas a los sistemas ecológicos fueron discutidas por Dixon D. Jhones y sus aplicaciones procesos urbanos por Jon Casti y Harry Swain. Una presentación popular de la Teoría de Catástrofe de Thom fue publicada en la “New Scientist”. No se puede asegurar ahora si la teoría de catástrofe con sus implicaciones será aplicable a fenómenos del mundo real pero si se puede concluir que el método viable y factible para modelar es la dinámica de sistemas.

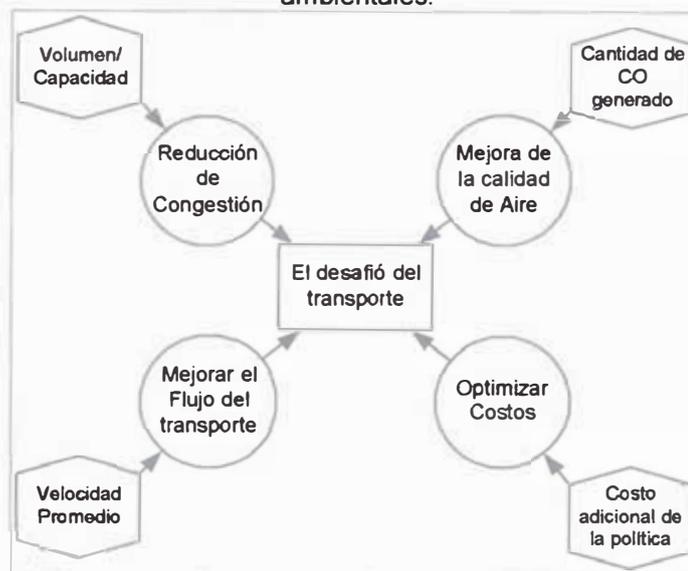
Randers(2000) hace referencia al uso de series de tiempo para el desarrollo de modelos en el siguiente párrafo:

“En 1970 no existió una palabra simple para describir lo que nosotros que ahora reconocemos como una verdad acerca de, los problemas ambientales globales, por ejemplo la destrucción del ozono, acumulación de CO₂, el agotamiento de la bio-diversidad y siempre presente polución orgánica persistente. Ningún dato de series de tiempo fueron practicables para ilustrar el crecimiento de estos fenómenos”.

1.3.2 Justificación Práctica

Se desarrollaron modelos para simular ciudades como la de una ciudad Francesa "Decazeville", en ella el carbón en sus tiempos de bonanza creó condiciones favorables. Otro ejemplo es la aplicación en el área urbana de Lowell en Massachussets esta con características de ciudades norteamericanas [Aracil(1977)].

Figura 04 Desarrollo del Modelo de mejorando la participación pública en decisiones ambientales.

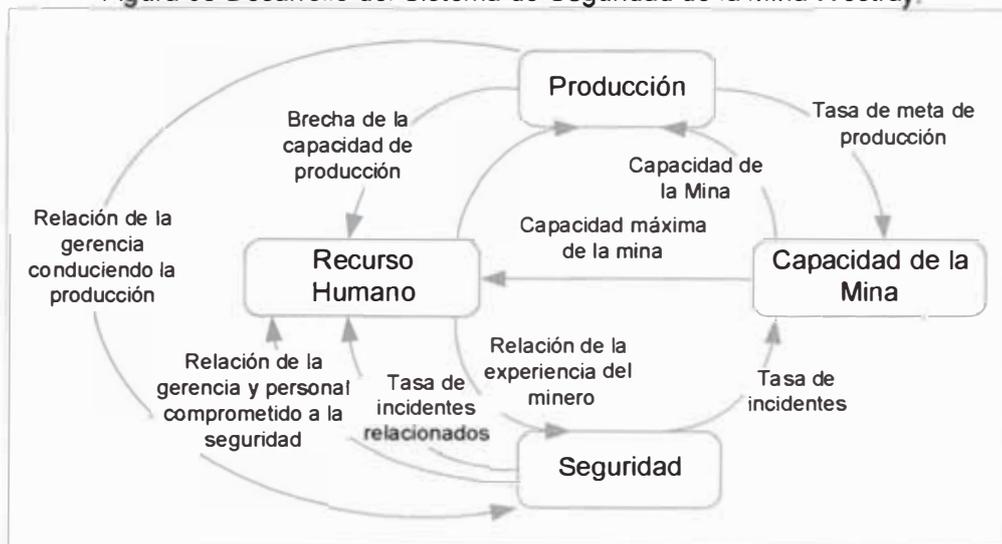


Fuente Stave(2002)

Las políticas utilizadas en un caso medio ambiental urbano, enfocando en el caso de transporte desde el adecuado uso de vías, buscando el mejor tiempo de transporte adicionando costos de políticas, el impacto ambiental, etc. Stave(2002) utiliza la dinámica de sistemas para la ayuda en la participación de las políticas a tomar en un problema social económico, que llega a aplicar mediante un software en el cual se puede realizar el análisis del impacto de nueva políticas a tomar en el modelo, notando sus efectos entre ellas y escogiendo políticas viables.

El desarrollo de políticas de seguridad en una mina, Cooke(2003) describe el caso del desastre de la mina de Westray de Nueva Escocia en Canadá, el análisis del comportamiento y del desencadenamiento de lagunas de políticas no deseadas. El control ideal, de seguridad de los mineros en la armonía de políticas de los administradores con el sistema de seguridad son hechos que resalta en la investigación.

Figura 05 Desarrollo del Sistema de Seguridad de la Mina Westray.



Fuente Cooke(2003).

La Dynamic System Review es fuente de diferentes artículos especializados respecto a la Dinámica de Sistemas.

1.4 Hipótesis

H1: El diseño de un Modelo de Simulación logrará asemejarse al Sistema Real (comportamiento de la Ciudad de Cerro de Pasco), y al manipular el Modelo (estructura del modelo) mostrará la transición de una economía sentada en la minería a una de la que posteriormente no dependa de la minería.

H2: Los orígenes, desenlaces del comportamiento del modelo simulará al sistema de la Ciudad de Cerro de Pasco en los subsistemas demográfico, minero, ambiental, laboral, educacional, empresarial y vivienda, con sus correspondientes componentes que traslucen las causas y efectos entre sus componentes, dentro de estos subsistemas e interactuando entre los subsistemas.

1.5 Marco teórico

1.5.1 Antecedentes

Al término de la Segunda Guerra Mundial narra IIED(2001), que muchos gobiernos de países en desarrollo veían su falta de capital físico y humano como el principal obstáculo para alcanzar el progreso, a pesar de que en ese entonces ya les inquietaba el hecho de que el comercio internacional y los sistemas financieros eran perjudiciales para sus intereses.

Reed(2002) menciona que los recursos no renovables jugaron un rol importante en el desarrollo de nuestra civilización, Recientemente estos recursos proveyeron las bases para la tercera revolución industrial que ha dirigido el desarrollo de las modernas economías del mundo. Así también junto a la revolución Industrial sobre el curso del siglo XX especialmente con sus últimos 15 años coincide con el proceso de la globalización de la economía y las Corporaciones Transnacionales. La globalización Estadounidense incurrió en el mundo teniendo como bases las ciudades norteamericanas como Nueva York, invirtiendo en el mundo al igual que en Latinoamérica en Venezuela, Chile, Perú , Bolivia, etc., ya sean por influencia de estrategia nacional y por encontrar rentabilidad en estas.

Así también se recogió de IIED(2001) que se asumió que la solución era una acción gubernamental financiada por la asistencia para el desarrollo. Se destinaron grandes sumas de dinero a proyectos de infraestructura y tecnología, con sus correspondientes focos en capacitación y educación de nivel superior. Se lograron algunos resultados positivos en algunos países, pero también hubo fallas que siguen sin ser resueltas. Se iniciaron una serie de encuentros transcendentales en el mundo que sirvieron como marco de estudio a un Desarrollo Sostenido como:

La Conferencia de Estocolmo (1972). Paralelamente al debate sobre el desarrollo había surgido el tema ambiental. Este comenzó en Occidente con las inquietudes generadas por la contaminación. A comienzos de los años 70 se reconoció la existencia de costos ambientales del desarrollo. Uno de los primeros libros de amplia difusión fue *Only One Earth (Una sola Tierra)*, de Bárbara Ward y René Dubos, en el cual se explicaban a un amplio conjunto de lectores las inquietudes que habían motivado la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente Humano en Estocolmo, en 1972. El libro se refería, por ejemplo, a lo que sería necesario para “que la Tierra siguiera siendo un lugar adecuado para la vida humana actual y para las futuras generaciones”.

Club de Roma, En 1972, el Club de Roma, un grupo de científicos en 1968, publicaron su primer gran informe: *Los límites del crecimiento*. A pesar de haber exagerado el ritmo con que la humanidad estaba agotando algunos recursos naturales, *en particular los minerales*, fue un importante precursor para los debates modernos [Randers(2000)].

Después de Estocolmo, las preocupaciones ambientales dominaban la agenda política en los países industrializados. Muchos opinaban que si el desarrollo se centraba sólo en un rápido crecimiento económico se generarían tantos daños ambientales que limitarían el crecimiento futuro. Otros señalaban la relación entre daño ambiental y pobreza, si a los pobres se les desplazaba a los terrenos más marginales, era perfectamente posible que se vieran en la necesidad de sobre explotarlos, por ejemplo, talando árboles para obtener leña, con lo cual aumentaban la erosión del suelo. El medio ambiente natural podía verse afectado tanto por el desarrollo en exceso como por el subdesarrollo.

En el plano internacional, un nuevo discurso fue impuesto por los gobiernos de Reagan y Thatcher, junto con la prescripción de ideas similares por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (FMI) a los países en desarrollo necesitados de financiamiento: flexibilización de las normativas, liberalización de la economía y crecimiento económico liderado por las exportaciones.

La dinámica de sistemas ha sido inicialmente usada para modelar este tipo de situación desde la primera versión del World1¹⁹, en el Club de Roma pues es un modelo que puede abarcar diferentes contexto definidos en variables, las cuales se explican en la justificación teórica práctica.

Informe Brundtland, Un importante revés a estas ideas se produjo en 1987, cuando la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, al presentar su informe *Nuestro Futuro Común* (conocido como el Informe Brundtland), volvió a colocar el desarrollo sustentable en la agenda internacional. No sólo conservacionistas, sino también importantes figuras del desarrollo internacional, los miembros de la Comisión insistían en que el “progreso” debía ser juzgado por más que el simple crecimiento económico, como era tradicionalmente entendido ese concepto.

La Conferencia de Río (1992), En retrospectiva, la Conferencia de Río fue la última instancia en que la comunidad internacional creyó que las decisiones gubernamentales colectivas podrían salvar el mundo. Después de 1992, el rol de los estados pasó a ser la elaboración de marcos favorables para los mercados y la sociedad civil. Su labor consistía en manipular las metas de eficiencia económica, equidad social y calidad ambiental. También sufrió cambios el flujo de recursos destinados a los países en desarrollo. A principios de los años 90s, prácticamente

¹⁹ Modelo inicial de Jay Forrester que se trabajo en 1972, luego se mejoró el modelo en World2 y World3

la mitad de los fondos de inversión llegados a los países en desarrollo provenían de fuentes oficiales de ayuda en el 2000, era sólo el 13%, y la mayor parte del resto provenía de fuentes privadas. Sin embargo, Río creó los “*tres pilares*” del desarrollo sustentable: económico, ambiental y social.

El Consenso de Washington, A pesar de los mejores esfuerzos desplegados en la Cumbre de Río, las opciones para proteger el medio ambiente disminuían en otros aspectos. La liberalización económica siguió arrasando en el mundo. El FMI y el Banco Mundial exigían a los países en vías de desarrollo reformas en sus economías que concordaran con el “Consenso de Washington” (una visión de lo que debería hacer un país pobre para alcanzar mayor prosperidad). El argumento central era que la liberalización de los mercados y la eliminación de las barreras comerciales y de inversión generarían un rápido crecimiento económico. Este remedio radical podría empeorar la exclusión social, dañar la identidad cultural o agotar los recursos ambientales, pero se pensaba que el crecimiento económico generaría suficiente riqueza para reparar los daños.

El Desarrollo Sustentable, A pesar de estos oscuros pronósticos, hay mejores noticias. Paralelamente a las protestas, surgió una importante ola de experimentación política. Esto puede verse como una “segunda versión” del desarrollo sustentable: más sutil y potencialmente más poderosa. Se apoya en métodos prácticos para controlar el poder del capital y los mercados. Algunos ejemplos son el movimiento del *Comercio Justo*, la aparición de etiquetados y certificaciones ecológicas y el crecimiento de los fondos de inversión “*ética*”. Muchas empresas han tratado también de hacerse más responsables, por medio de asociaciones con organizaciones de la sociedad civil. Uno de los obstáculos más serios que enfrentan estos cambios es la falta de un buen gobierno.

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable, Se realizó en Johannesburgo entre agosto y septiembre de 2002, analizó la interrogante de sí el “desarrollo sustentable” puede resolver los problemas planteados por la globalización. ¿Quiénes deberían participar en el debate y la toma de decisiones en el ámbito global? ¿Cuál es el futuro papel de la ONU y de qué manera puede actuar con mayor eficacia? ¿Cuáles son las barreras al desarrollo sustentable en los ámbitos local y nacional, y de qué manera puede ser útil el interés mundial para enfrentarlas?. La cumbre es también una oportunidad para dejar atrás los compromisos poco claros hacia el desarrollo sustentable y para demostrar que sus principios pueden estar en el centro de la colaboración internacional.

Como Marco en Latinoamérica.

Dada la importancia de la Minería en el Perú en los tiempos de la Cerro de Pasco Corporation, la que contaba con varias inversiones importantes en el Perú y en el extranjero, siendo el origen de estas inversiones la Minería de la Ciudad de Cerro de Pasco y que luego heredó la Empresa Estatal CENTROMIN Perú señala Thorp y Bertram que:

"El Perú sin la Cerro²⁰ habría podido estar en una situación potencialmente superior, pero solo hubiese aprovechado los beneficios de contar con el control nacional en la medida en que disminuyeran los otros elementos de la creciente dependencia".

En Latinoamérica Thorp(2000) acota respecto la minería en el siglo XX en Latinoamérica y en el Perú ha tenido con frecuencia, repercusiones perniciosas sobre la agricultura. La contaminación ha sido uno de los problemas más comunes, por ejemplo, debida a la presencia de arsénico en el agua en la zona que rodeaba a

²⁰ Se refiere a la Cerro de Pasco Corporation.

la Southern Peru Cooper Corporation en Ilo, Perú en los años sesenta, o la contaminación de la tierra por las emisiones de fundición cerca de Cerro de Pasco en el Perú central en los años veinte y treinta. En términos de volumen de contaminantes liberados en la atmósfera y el agua, el sector minero ha sido fuente más importante de contaminación Industrial. Así también relata Thorp(2000) el clásico relato de las exportaciones de minerales: Chile, Bolivia, Perú y Venezuela. Las economías mineras presentan características negativas bien conocidas y claras: no sólo son muy propensas a los ciclos de auge y depresión, sino que su funcionamiento obstaculizan también la diversificación y, en consecuencia las sostenibilidad de crecimiento a largo plazo. La sostenibilidad también se ve afectada por los problemas de la contaminación y sus efectos secundarios sobre la agricultura.

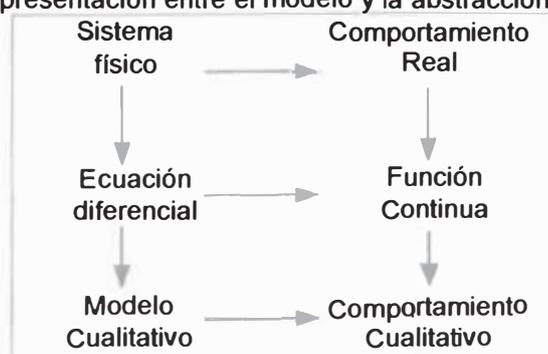
Históricamente, el *valor de retorno* tiene a ser escaso debido a las características relacionadas de la tecnología con alto enfoque del capital y propiedad extranjera, de manera que las utilidades se exportan y el equipo se obtiene del exterior. Desde este modo los enlaces por conducto de los efectos sobre la demanda son pocos. Los enlaces directos por conducto de la infraestructura son buenos pero están limitados por los aspectos geográficos, es decir, la utilidad de la infraestructura que se cree dependerá de dónde estén los yacimientos.

Los enlaces directos producidos por la compra de insumos también son limitados, aunque al principio del siglo XX estas adquisiciones estimularon la creación de numerosas fundiciones pequeñas y de talleres de reparaciones, es decir, una industria incipiente de bienes de capital. Sin embargo, el prometedor comienzo perdió fuerza en los primeros veinte años del siglo XX, debido a una combinación de efectos como la caída del costo del transporte internacional, los avances

tecnológicos de la metalurgia y la fundición y los hábitos de compra de las empresas transnacionales.

El Desarrollo sostenido en MEM(2000) menciona un caso de desarrollo sostenido en el campo de la minería, cuando los habitantes, de una comunidad que tiene una actividad económica, como comúnmente es la agricultura o la ganadería y llegue a tener un vecino que es una minera que recientemente ha realizado un denuncia minero por la zona. Su vecino la minera halla realizado previamente una etapa de exploración, seguramente llegue a la de explotación y finalmente la etapa de cierre de la mina, dentro de estas etapas la comunidad es influenciada notablemente que son los ingresos económicos que brinda la mina cuando requiere mano de obra para su explotación, lo que finalmente llegue la etapa de cierre y se le tiene que orientar a la población para que invierta correctamente el dinero que halla tenido durante la explotación minera, porque los ingresos económicos obtenidos por el trabajo en la mina, al igual que el mineral en la zona se acaba. Un desarrollo sostenido del equilibrio ecológico que se tenga en la zona durante y después de la explotación minera, para disminuir el impacto ambiental producido por la explotación minera y añadiendo un desarrollo sostenible después de la explotación minera, significa un buen uso del capital de la Minera y los ingresos por la mina, en un futuro posterior de los hombres de la comunidad.

Figura 06 Representación entre el modelo y la abstracción de la solución.



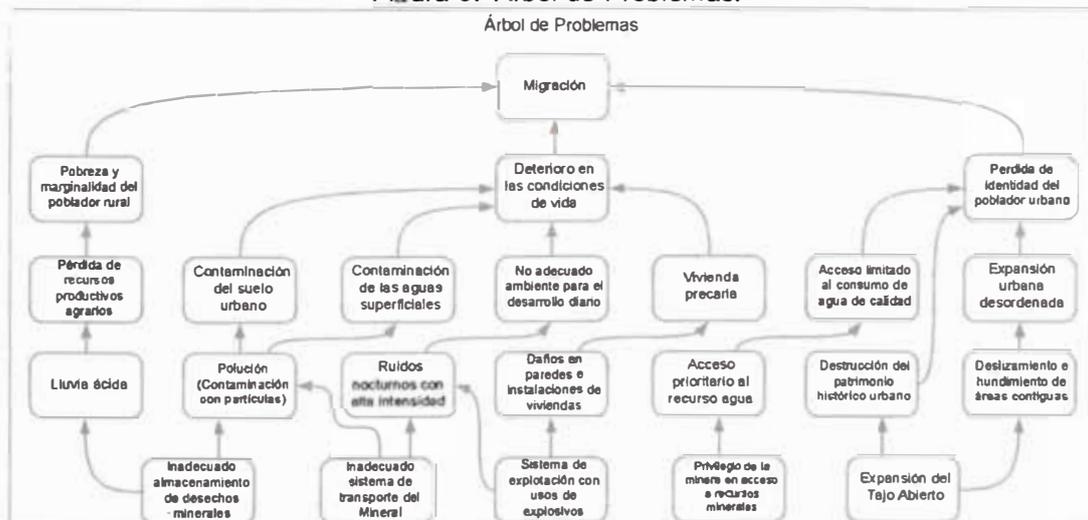
Fuente Mézárus y otros(1996).

Mészáros y otros(1996) señala que en las últimas décadas el modelamiento de sistemas dinámicos complejos ha recibido atención del problema a la complejidad del sistema analítico puede necesitar demasiados recursos computacionales que no se podría ofrecer. Se espera otros métodos cuantitativos que brinden soluciones, este antecedente realiza una investigación entre la aproximación analítica y empírica, considerando métodos de diagnóstico cualitativos.

Los métodos de aproximación tienen igual nivel de abstracción del modelo con su correspondiente comportamiento.

La inestabilidad de una economía minera tiene antecedentes marcados como el que narra Udachi y otros(2003), en Karabash localizado en el Distrito de Chelyabinsk en las Montañas de Ural en Russia, actualmente tiene una población de 16000 habitantes, en comparación de los 50000 habitantes en los 60s cuando la actividad minera y la fundición, estuvieron en su pico mas alto. Actualmente 1500 están empleados en la actual fundición.

Figura 07 Árbol de Problemas.

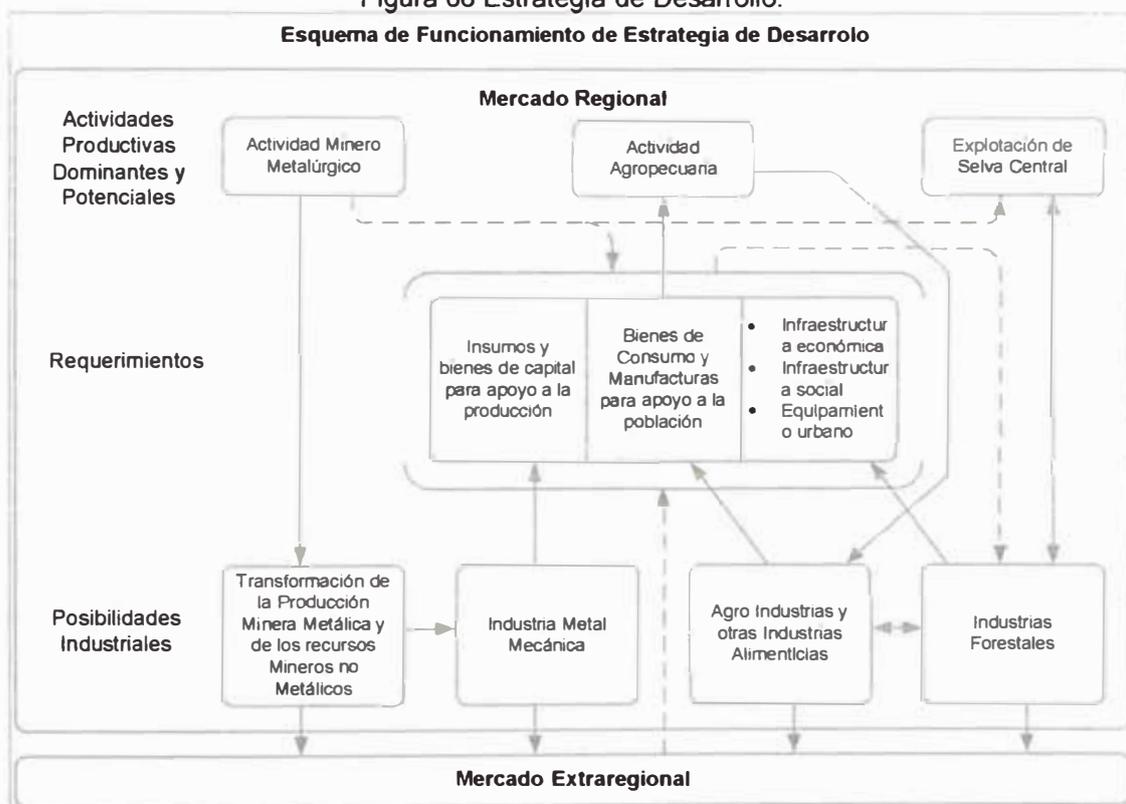


Fuente Díaz y otros(2003).

El Impacto Socio Ambiental de la Minería en la Ciudad y en las Comunidades Campesinas aledañas a Cerro de Pasco se presenta en un árbol de problemas en

la Figura 07 desarrollado por Díaz y otros(2003), en la que enfoca el caso de la Ciudad de Cerro de Pasco. Es una Ciudad en la que se construye conforme avanza el tajo abierto, los impactos ambientales es un aspecto de la vida cotidiana, la contaminación acústica, del aire, del agua y de la tierra, la fragmentación urbana, inestabilidad física en los suelos por el proceso de excavación minero y el deterioro de las viviendas aledañas al tajo.

Figura 08 Estrategia de Desarrollo.



Fuente LABOR(1998).

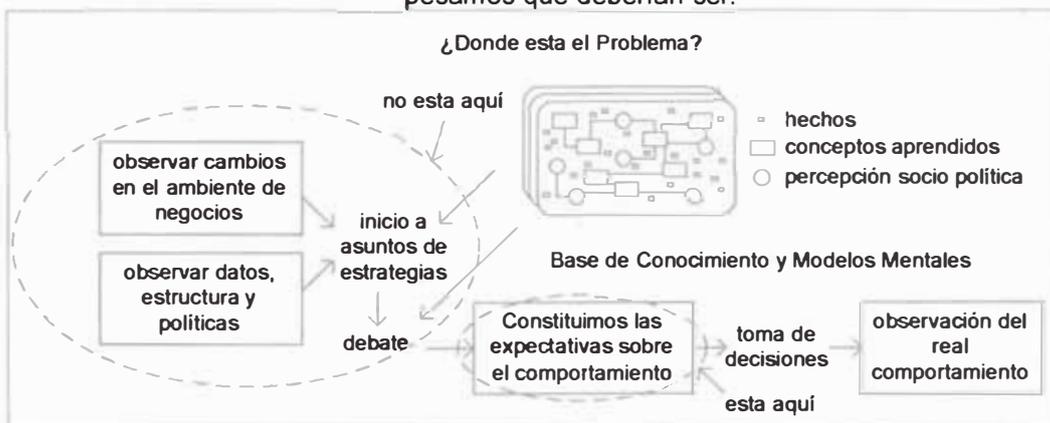
En un estudio elaborado por CENTROMIN y Instituto Nacional de Planificación en Huancayo en 1979 publicado en LABOR(1998), plantea en la Figura 08 una estrategia de desarrollo en el área de influencia de la antes Empresa CENTROMIN Perú, la empresa CENTROMIN que contaba con varias unidades de producción en los departamentos de Pasco y Junín²¹ estaba en el radio de acción del estudio, la

²¹ En ella se encuentra La provincia de Huancayo, es un Departamento vecino al Departamento de Cerro de Pasco.

estrategia consta de factores de producción así como la interrelación con determinantes externos e internos de desarrollo, tanto de los centros regionales a los centros menores como las zonas rurales. La estrategia esboza la expansión de las actividades dominantes minero metalúrgico y agropecuario, teniendo un fuerte lazo con la explotación racional de la selva central del Perú.

En la construcción de modelos cuando las cosas no funcionan como se esperan creemos que tenemos insuficientes datos en lugar de eso es nuestra inhabilidad de constituir plenamente nuestras expectativas del sistema tal como la Figura 09 [Powell(2000)].

Figura 09 Porque Nuestras Soluciones no muestran un funcionamiento como nosotros pesamos que deberían ser.



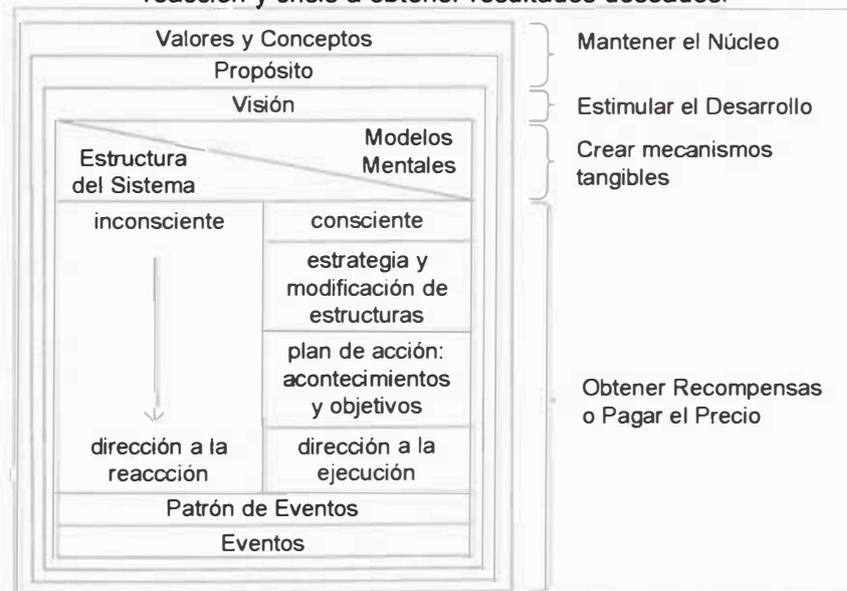
Fuente Powell(2000).

Jay Forrester ilustra acerca del "líder del sistema" mediante "¿En un aeroplano, quien es el líder el piloto, el tripulante, el auxiliar de vuelo o el mecánico?" ciertamente cada uno de estos puede encajar en el papel de "líder". Un rol no muy preconizado es del "líder como diseñador". Pero directamente el diseñador es quien enfrenta la creación de un aeroplano para que pueda mantenerse bajo condiciones turbulentas que tiene suficientes pleonasmos que prevén fallas que se convertirían en catástrofes. El diseñador consulta con el piloto, el navegador, etc. Y asume que requerimientos de funciones que puedan desempeñarse eficientemente y

efectivamente bajo condiciones extremas. El diseñador visualiza y trae a las personas junto a su visualización, diseña y trae nuevos niveles de rendimiento [Powell(2002)].

Similarmente la contraparte organizacional es el líder como el diseñador de la visión de la estructura que eficientemente y efectivamente desempeña la función requerida de lograr una visión de la organización mientras que se materialice el propósito y se constituya la coherencia con los valores. La jerarquía de valores, propósitos y la visión se observa en la Figura 10. Collins y Porras observan que el núcleo, valores y el propósito deberían ser perdurables. El núcleo complementa a la inspiración que estimula el progreso, la visión debe cambiar más que el núcleo. Las estructuras y modelos mentales que crean el comportamiento que experimentamos [Powell(2002)].

Figura 10 La Estructura debe de ser cambiado por una organización para cambiar de una reacción y crisis a obtener resultados deseados.

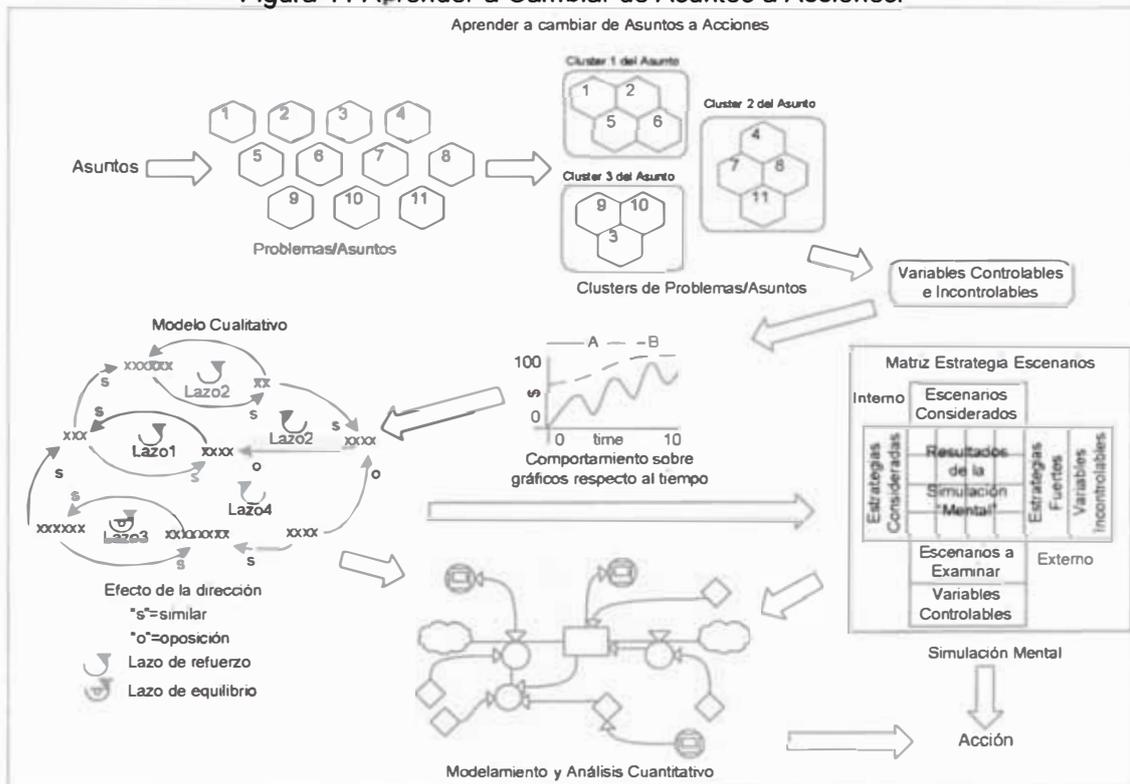


Fuente Powell(2002).

Los modelos mentales son nuestras suposiciones y creencias sobre el mundo. Porque nosotros seres humanos actuamos en el sistema sobre la base de nuestros

modelos mentales, nosotros somos parte del sistema y los modelos mentales son un tipo de la estructura del sistema. Los eventos y patrones que experimentamos son el resultado de la estructura del sistema. Una organización puede tener modificaciones y crear diferentes comportamientos por condiciones externas.

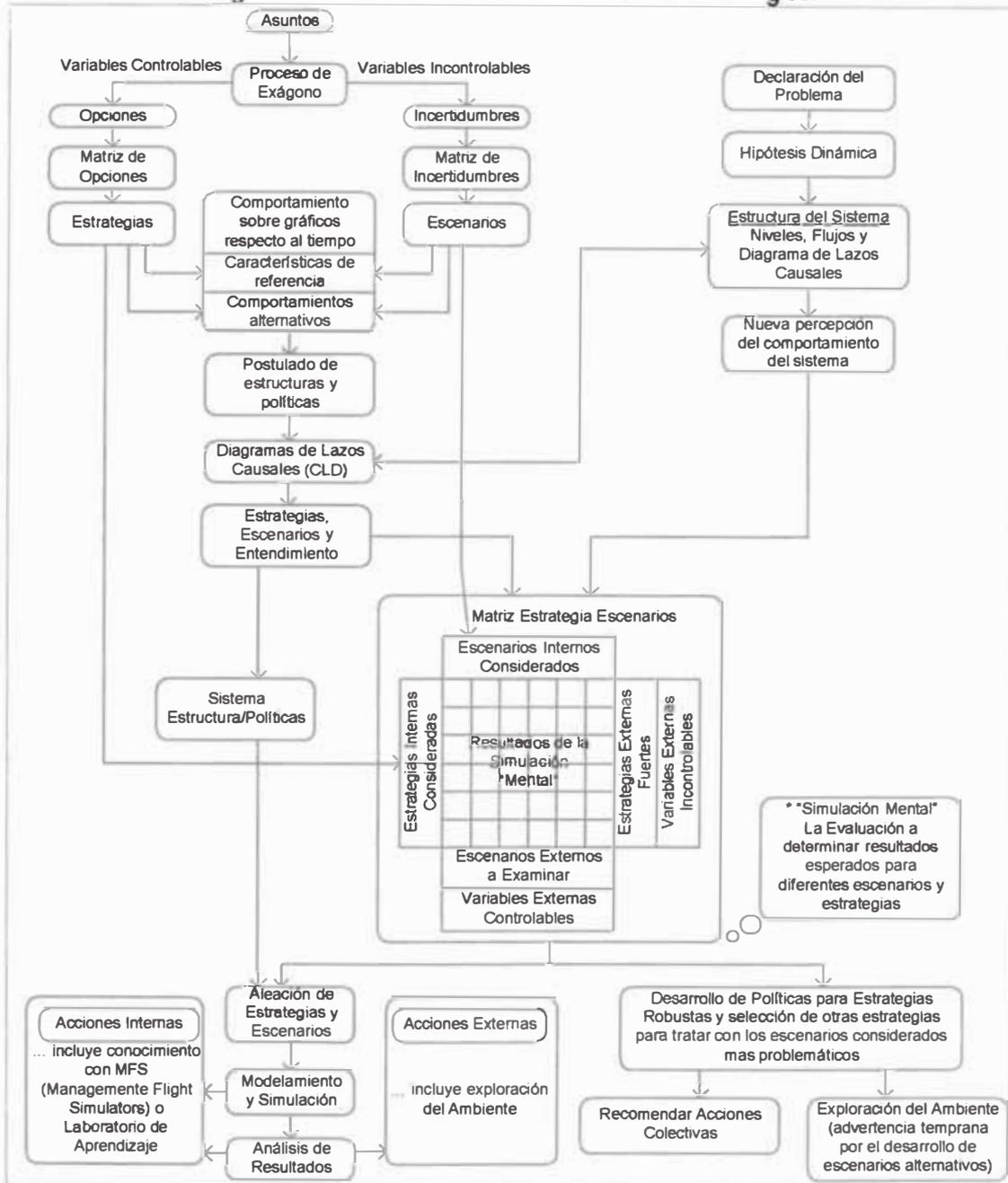
Figura 11 Aprender a Cambiar de Asuntos a Acciones.



Fuente Powell(2003a).

La Figura 10 muestra que si la estructura no es conscientemente y apropiadamente diseñado alineado con los valores, propósitos y la visión, entonces no crearemos los resultados deseados. Mas bien la organización estaría constantemente reaccionando a condiciones cambiantes... Yendo a menudo de una crisis a otra, quizás con oscilaciones de apogeo y decadencia similar al comportamiento de un resorte, la organización pagará el precio por no tener una apropiada estructura. Si la estructura esta conscientemente diseñada alineada con los valores, propósitos y la visión se "creará el futuro" y se cosechará las recompensas [Powell(2002)].

Figura 12 De asuntos al Proceso de Acción Estratégico.



Fuente Elab. en base de Powell(2004) y Powell(2003b).

El escenario estratégico trae conjuntamente el entendimiento de los escenarios que se pueden desarrollar y la capacidad que obtiene una organización, la capacidad de respuesta a los cambios del entorno. La técnica es importante en el afloramiento de modelos mentales, dando desacuerdos y consecuentemente desarrollando

iniciativas internas creativas así como respuestas creativas, dirigiendo cambios en el mercado y en las industrias.

En base a la Figura 11 y la Figura 12 se tiene los siguientes pasos [Powell(2003b)]:

- Ascender los asuntos usando hexágonos²².
- Desarrollando una variedad de escenarios potenciales (situando las incertidumbres en base al entendimiento de la organización en el Mundo).
- Desarrollando estrategias (situando las opciones en base en las respuestas de las habilidades de la organización).
- Determinando estrategias en diferentes escenarios (usar modelos cuantitativos o cualitativos de la dinámica de sistemas)²³.
- Tomando acciones (incluyendo respuestas de negocio).
- Explorar el Ambiente.
- Difusión de acuerdos comunes en toda la compañía usando MFS (Management Flight Simulator) o Learning Laboratory²⁴.

La Hipótesis Dinámica es una descripción preliminar de la estructura de retroalimentación en el sistema y como el comportamiento del sistema dependerían en la retroalimentación [Powell(2004)] un ejemplo de ello es:

- Fuerza Laboral: Personal potencialmente desempleado, personal calificado, personal empleado, desempleado no reenganchado y empleados en capacitación. Sería conveniente tomar en cuenta algunos grupos de edad.
- Rapidez y extensión de mejoras de producción, services y corporaciones consolidadas.
- El crecimiento económico debido al consumo o a múltiples inversiones, suponiendo que la economía esta ampliamente extendida.
- El crecimiento económico es debido al impacto del comercio y por el déficit del gobierno así como de países extranjeros y políticas de la reserva nacional en respuesta al déficit.

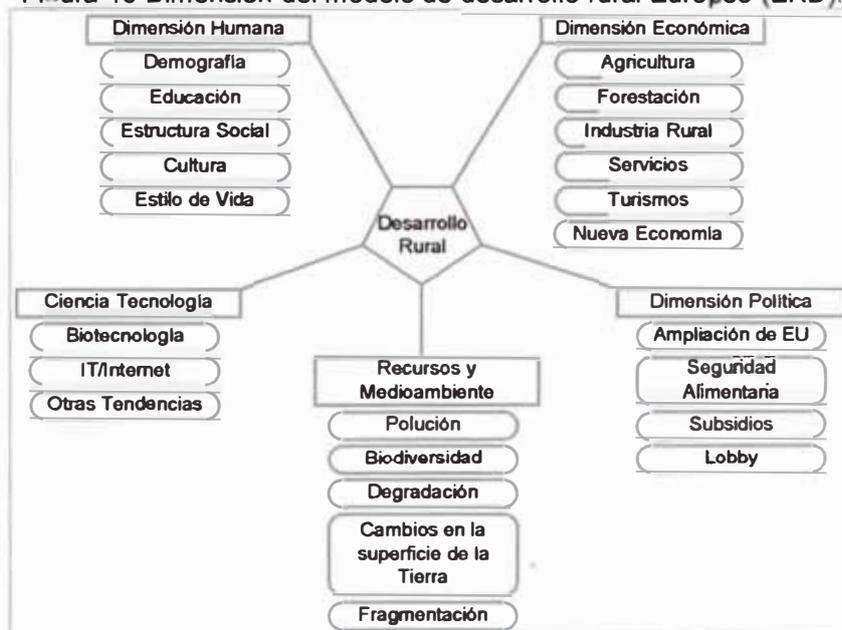
²² Hodgson, A. M., "Hexagons for systems thinking." In Morecroft, J. D. W., and Sterman, J. D., (eds.) *Modeling for Learning Organizations*. Portland, OR: Productivity Press, Inc., 1994.

²³ Hennessy, G., Genta, P. and Enloe, T. "Integrating Systems Thinking and Scenario Planning," *The Power of Systems Thinking™ Conference* Boston, MA. 1996, Pegasus Communications.

²⁴ <http://web.mit.edu/jsterman/www/>

- Políticas de impuestos, como la evaluación de ingresos seguridad social que reducen incentivos para los trabajadores mayores.
- Las suposiciones de "periodos de baja actividad" en confrontación con el personal para un involuntario tiempo parcial, desempleo, trabajo independiente y desmotivación.
- La suposición acerca de empleadores con buena voluntad y habilidad para adaptar una proporción creciente de mujeres en el personal.
- La suposición acerca de empleadores con buena voluntad y habilidad para adaptarse a una proporción creciente de minorías en el personal.
- La suposición acerca de los empleadores con buena voluntad y habilidad para obtener trabajadores jóvenes en los empleados.
- Gastos del gobierno en educación.
- La suposición acerca de los empleadores con buena voluntad y habilidad para contratar, acomodar y entrenar a trabajadores mayores, así como la valoración de su experiencia y madurez.
- El énfasis de la ciudad de Colorado Springs en mantener la calidad de vida para atraer a trabajadores.

Figura 13 Dimensión del modelo de desarrollo rural Europeo (ERD).



Fuente European Rural Development (ERD), 2002.

El modelo de Desarrollo Rural Europeo (European Rural Development ERD). El International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), es una organización no

gubernamental localizada cerca de Viene, Australia, que conduce estudios científicos interdisciplinarios sobre el medioambiente, economía, tecnología y la dimensión de los cambios globales en el contexto humano. En las zonas rurales europeas ya que en estas normalmente se desarrolla la agricultura.

Recientemente se han presentado escándalos por epidemias o enfermedades han ocasionado perdidas económicas y mala imagen. El modelo ERD presenta un análisis de desarrollo rural científico y político importante sólo si se toman las cinco dimensiones, Humana, Ciencia y Tecnología, Recursos y Medio Ambiente, Económica y Política se muestra en la Figura 13 [Morales y otros(2005)].

Figura 14 Etapas de desarrollo rural europeo (ERD).



Fuente European Rural Development (ERD), 2002.

En el ERD se presenta en cuatro etapas como en la Figura 14 [Morales y otros(2005)]:

- Análisis, se realiza el diagnostico de la situación actual de área basándose en el análisis de los problemas y oportunidades.

- Políticas, se identifican quienes son los principales actores o interesados, cuales son sus objetivos, valores e intereses, para poder realizar un proceso de negociación política exitosa.
- Modelado, se distingue por el planeamiento, en donde se distinguen el tipo de actividades de desarrollo que son posibles. Según el ERD, muchas veces es mas sencillo primero planear que alternativas de desarrollo son viables en la zona, y después discutirlos con los interesados.
- Implementación, se toma en cuenta las medidas a tomar respecto a la implementación del plan de desarrollo rural que la mayoría de los interesados acepta. Esta etapa requiere de expertos en finanzas, administración y control. De la misma manera, es bueno tener empresarios que puedan empezar nuevos negocios y que promuevan el desarrollo de infraestructura. El ERD reconoce la importancia de la resolución de conflictos, por que generalmente se dan conflictos de intereses entre los diversos sectores de desarrollo, personas con diferentes niveles de educación o simplemente ideales encontradas.

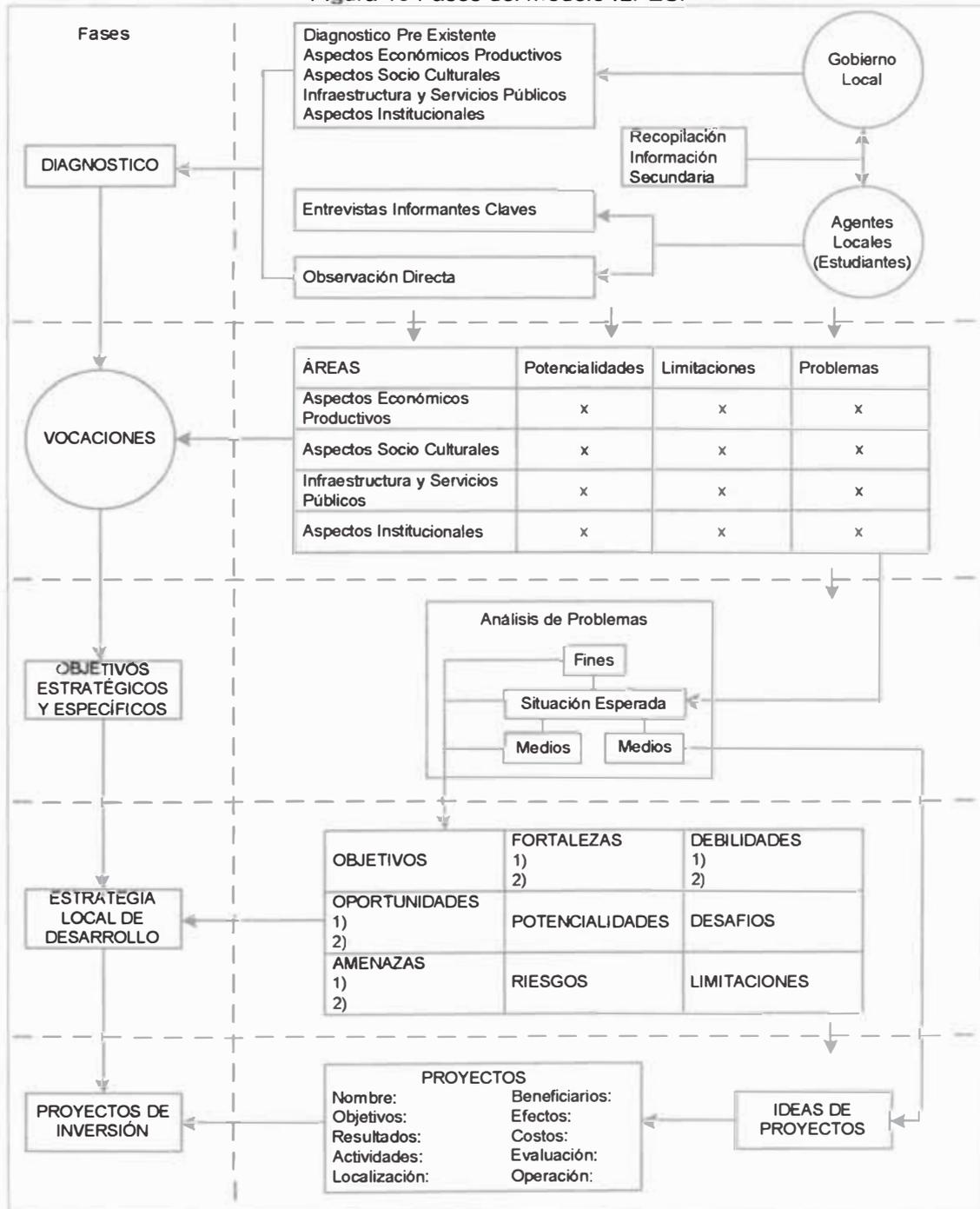
Figura 15 Aspectos considerados en el modelo propuesto de desarrollo sustentable para zonas rurales del Perú.



Fuente Morales y otros(2005).

El Modelo para la elaboración de estrategias de desarrollo local en la Figura 16, fue desarrollado por Iván Silva Lira, director de la dirección de gestión estratégica del desarrollo local y regional del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), con la finalidad de capacitar y orientar a los diferentes profesionales, representantes públicos y personal en general que estén deseosos en buscar mejoras en localidades con potencial en América Latina mediante una correcta gestión estratégica del desarrollo local [Morales y otros(2005)].

Figura 16 Fases del modelo ILPES.



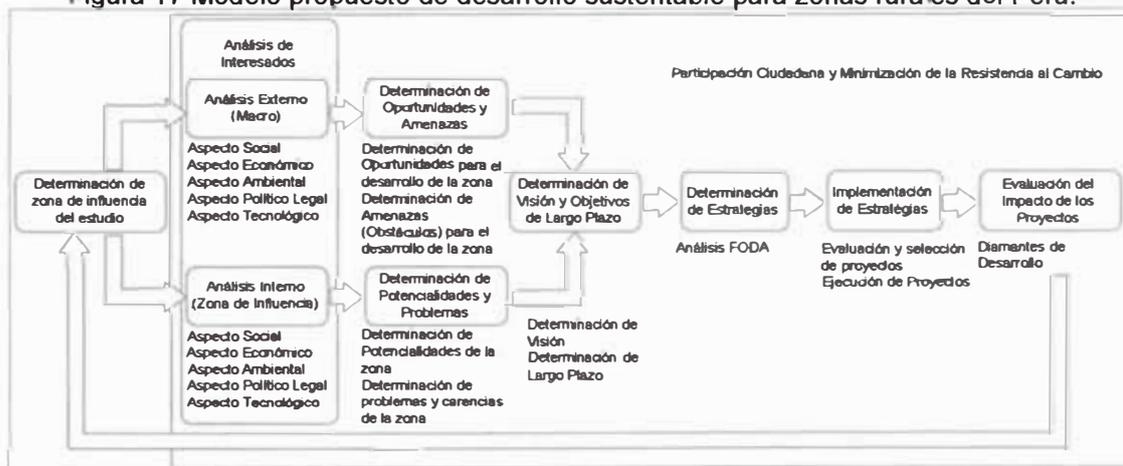
Fuente Silva Lira, Iván 2003.

En el modelo parte de la aseveración de que el desarrollo local está condicionado por el entorno externo, el cual puede ser favorable y este sirve como referencia para analizar sus restricciones y potencialidades, Sin embargo, es poco lo que se puede hacer respecto a este. El desarrollo local está en la explotación del potencial

de recursos endógenos los cuales deben ser activos por lo posibles agentes de cambio quienes son los que deben establecer lo objetivos para alcanzar el desarrollo [Morales y otros(2005)].

El Modelo de Desarrollo Sustentable propuesto para Zonas Rurales del Perú propuesto por Morales y otros(2005) concluyó que se debe de contemplar los aspectos pilares del desarrollo sustentable, es decir social económico y ambiental, así como aspecto del entorno como el tecnológico y político legal, que proporcionan un marco para alcanzar un desarrollo integral como en la Figura 15. El modelo sigue las siguientes etapas como se observa en la Figura 17.

Figura 17 Modelo propuesto de desarrollo sustentable para zonas rurales del Perú.



Fuente Morales y otros(2005).

Se requiere realizar un modelo de la relación entre una población y la explotación minera, en ella, haciendo énfasis a la población tanto foránea y la residente, estos tienen un común denominador que es una fuerte cultura minera directa e indirectamente.

El modelo se planteó modificando determinados fragmentos de los Modelos de "World3" desarrollado por Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jørgen Randers esto del modelo inicial "World1" de Jay W. Forrester donde se resalta el agotamiento de recursos naturales no renovables y del Modelo "Urban Growth" de

Jay W. Forrester y otros. También del modelo de George P. Richardson llamado "Urban1", asimismo con lo que se encontró en la Dynamic System Review que son parcialmente parecidos, al modelo planteado, estos servirían como de ayuda para el entendimiento y desarrollo del modelo, las investigaciones de Cooke(2003), Luna y Lines(2003), Jensen y Brehmer(2003), Sterman y Sweeney(2002), Mayo y otros(2001), Piattelli y otros(2001), Randers(2000) y de Fiddman(2001). Se revisó las siguientes tesis de Mendez(1998), Pizán(1996), Sterman(1981), Howe(2002) y Villavicencio(1999).

Con lo que respecta a la parte minera y la población minera se recopiló información acerca de la explotación minería, desarrollo sostenido, problemas sociales, medio ambiente, enfermedades etc., que incumben al problema planteado en diferentes fuentes revistas y journals como Kral(2004), Naiberg(2004), Clark(2002), Codner(2003), Newbold(2001), Mergen(2003), Cope(2004), O'Reilly(2004), McBeth(2004), Anónimo (2004), Reed(2002), Peck y Sinding(2003), Ednie(2002), IIED(2001), Mark y otros(2003), Meech y otros(2003) y McLeod(2002), con respecto a la situación de la ciudad de Cerro de Pasco se consiguió los siguientes documentos de Osorio(2003), MINEC(2003), CENTROMIN(1996), Carhuaricra y Quispe(2003), Díaz y otros(2003), Carhuaricra(1996) y de LABOR(1998). La que contiene información reciente que incumben a la minería y la ciudad de Cerro de Pasco.

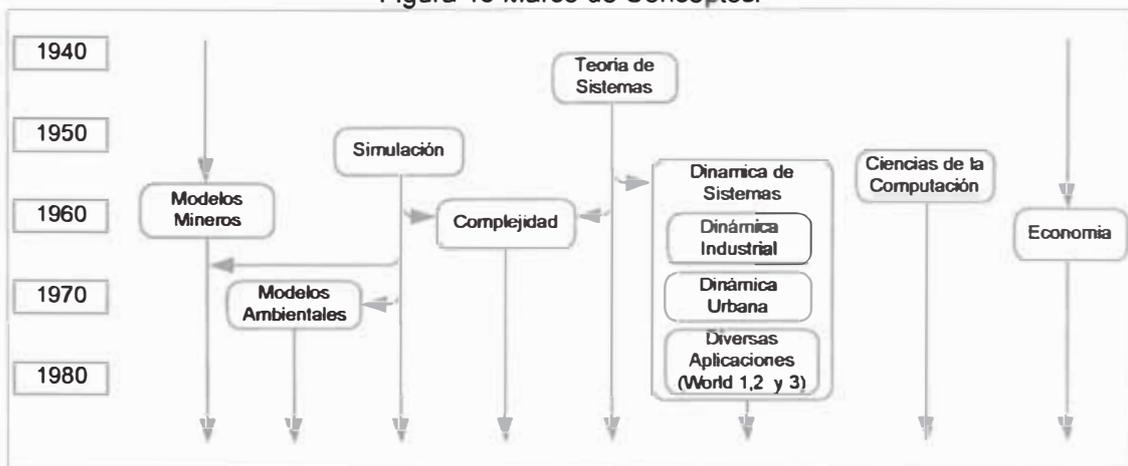
En el Ministerio de Energía y Minas del Perú se obtuvo abundante información electrónica de MEM(2000), MEM(2004a), MEM(2004b) y MEM(2004c). En el Instituto nacional de Estadística e Informática se tuvo la siguiente información impresa y electrónica de INEI(2001), INEI(2002), INEI(2003), INEI(2004), INEI(2005a) y INEI(2005b).

Sobre la administración de la Minera que es la Compañía Minera VOLCAN se tiene información de su página Web en VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

1.5.2 Bases Teóricas

En el Marco de conceptos, donde se tienen como base la Teoría de Sistemas, para definir el marco de trabajo donde se sustentará el modelo, se complementará de otras metodologías y/o teorías que apoyaron a la resolución de la tesis, es obvio que el tema relacionado con el minero, económico, social y ambiental, se tendrá unos conceptos previos de modelos ambientales, y modelos mineros que gravitará para tener un enfoque general de la producción y tratamiento del mineral, unos tópicos de simulación en general, que se usarán en parte del modelo donde el comportamiento del modelo lo merezca usar. Así como de macro y micro economía donde sea conveniente usar para explicar la incertidumbre de los datos irregulares del Modelo.

Figura 18 Marco de Conceptos.



Fuente Elab. Prop.

El Modelamiento para Predicción o para Aprendizaje.

El modelamiento, trama la situación real del sistema desde un punto de vista, y sitúa al sistema bajo diferentes situaciones, se analiza su comportamiento.

Realmente se realiza con el fin de prever situaciones, más no de la toma de decisiones estrictamente hablando, la necesidad de decisiones inmediatas origina la minimización de aprendizaje del propio sistema, mas haya de los obvios comportamientos de un sistema conocido.

"El futuro no puede ser predecido, incluso si esto se podría, no nos atreveríamos a actuar en base al pronóstico".²⁵

Este comentario es sin duda aceptado en un agitado debate académico [Morecroft y Sterman(2000) pg. xiii] pero en la vida real se tiene una gran demanda de pronósticos, el gran deseo de un poco de seguridad de saber de nuestro futuro, es tan fuerte para la mayoría de nosotros, hay veces en que actuamos contra nuestro propio juicio y demandamos información precisa del futuro. Para los adivinos y astrólogos para los planificadores y académicos, a una industria mundial existen fuentes de información acerca del futuro.

Es una rica industria de los eufemismos, en el cual las predicciones se convierten en pronósticos, y que normalmente son envueltas en hojas con finas letras y jergas que normalmente no son entendidas por los clientes. Pero esta fina letra no importa de algún modo porque, pocas personas con responsabilidades reales se atreven ha hacer decisiones basadas en la información, aunque se pregunten (y a veces paguen el precio) por esto en primer lugar. Muchos proveedores han sofisticado sus pronósticos por el advenimiento de la computadora acercándolo a la realidad.

El aprendizaje y error de las organizaciones esto como modelamiento de aprendizaje, es una rápida aproximación de conocer el aprendizaje del cliente acerca del negocio, las técnicas de investigación de operaciones tienen sus límites

²⁵ Arie P. de Geus Executive in Residence, London Business School.

para el soporte gerencial [Morecroft y Sterman(2000)] detrás de las discusiones de oficina, se analiza y cuantifica llegando a modelar, aproximando las discusiones en mejoras para beneficio de la organización.

El *Desarrollo Sustentable*, en IIED(2001) indica que la definición más aceptada de desarrollo sustentable es la utilizada en 1987 por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (conocida como Comisión Brundtland):

“Desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades.”

El desarrollo sustentable se ha transformado en el marco lógico para proyectar dicho cambio y para identificar las mejores prácticas:

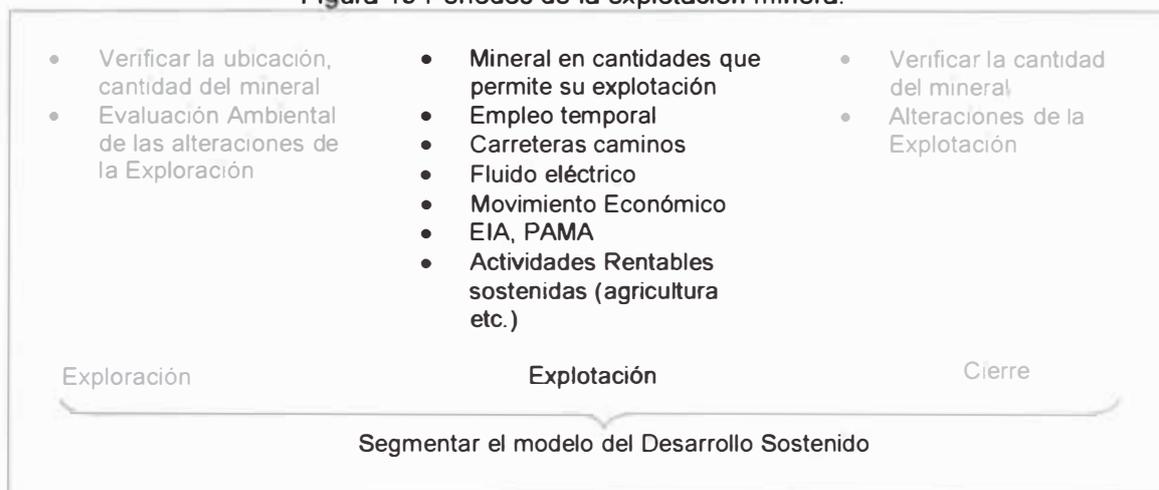
*“Desarrollo sustentable es el único concepto intelectualmente coherente, suficientemente integrador y capaz de renovar las ideas, que permite captar casi directamente el verdadero carácter y la urgencia del desafío enfrentado por el mundo actual. Realmente no existe otra alternativa”.*²⁶

El desarrollo sustentable forma parte de un conjunto de ideas sobre la forma cómo los seres humanos deberían interactuar mejor entre sí y con la biosfera. Implica integrar y cumplir con objetivos económicos, sociales y ambientales. Tomando en cuenta las restricciones político legal y tecnológicos, que pueden variar impactando en gran medida a los objetivos. Al cambiar las reglas de juego de pseudo democracias inmersas en el mercantilismo que atañe a gran parte de Sudamérica y a naciones subdesarrolladas del mundo.

²⁶ Jonathon Porritt

Periodos de la Explotación minera.

Figura 19 Periodos de la explotación minera.



Fuente en base a MEM(2004a).

Periodos y Actores de la Explotación minera.

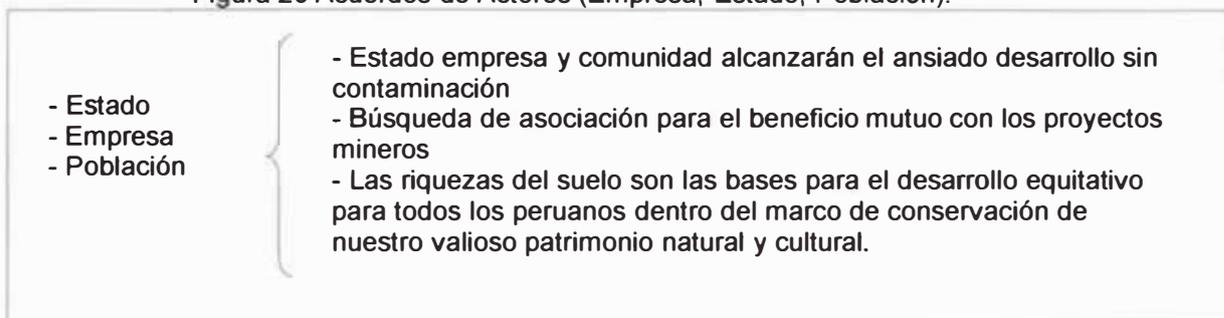
Tabla 03 Periodos y Actores de la Explotación Minera.

Actores	Exploración	Explotación	Cierre
Empresa Minera	Invierte su Capital No es responsable del desarrollo en la zona	Empleo Directo Cumplir leyes ambientales Pagar impuestos Evitar daño al medio ambiente Condiciones de Trabajo Adecuado	
Estado (Gobierno, Nacional, Gobierno Regional y Municipios)		Fiscalizar las Normas Conciliador y Facilitador Imparcialidad Transparencia Apoya el desarrollo Carreteras Colegios, postas, obras Protege, derecho de la empresas con imparcialidad	
Ministerio de Energía y Minas		Responsable de actividad minera Aprueba rechaza estudios ambientales Cumplimiento de los documentos	
Población		Derecho al ambiente sano Conocer y hacer respetar sus derechos Responsable del desarrollo de su localidad Conocer sus problemas y sus objetivos y planes de acción Conocer formas modernas de Beneficio mutuo	Deben capitalizar y ahorrar Impacto Social Capacitarse en otras actividades Invertir Ganaderia Turismo Pesca Invertir correctamente el dinero

Fuente en base a MEM(2004a).

Periodos, Actores de la Explotación minera y Acuerdos.

Figura 20 Acuerdos de Actores (Empresa, Estado, Población).



Fuente en base a MEM(2004a).

Periodos de la explotación del mineral.

Según MEM(2004a) se muestra los pasos de la industrialización minera.

Tabla 04 Periodos de la exportación Minera.

A ¿Cómo se inicia una mina?

La minería se inicia con la búsqueda de un yacimiento mineral. Posteriormente se realiza la etapa de la exploración en donde se determina el tamaño del yacimiento.

B ¿En qué consiste el Estudio de Impacto Ambiental?

Consiste en demostrar que las operaciones mineras que se realicen en la zona no alteren el medio ambiente, el cual está controlado por el Ministerio de Energía y Minas.

C ¿Cuándo se emplea el método de explotación subterránea?

Cuando el yacimiento se encuentra muy por debajo de la superficie se emplean métodos de explotación subterránea.

Se llega al mineral mediante galerías, chimeneas, piques, rampas, etc.

D ¿Cuándo se emplea el método de explotación superficial?

Cuando el depósito mineral se encuentra cerca de la superficie se trabaja a Cielo Abierto (también conocido como *Tajo Abierto*).

E ¿Cómo se concentran los minerales?

Los minerales extraídos de la mina son concentrados (aumentan su contenido de metal valioso) en plantas concentradoras, para ser comercializados económicamente

F ¿Cómo se funde y refina los metales?

Los concentrados son fundidos para eliminar las impurezas, y luego refinados para obtener lingotes de metal con alta pureza.

G ¿Cómo se comercializan los concentrados y metales?

Los concentrados y metales, son comercializados a otros países, donde son refinados o transformados a productos finales como son diversas aleaciones para ser usadas en un número de industrias.

Fuente en base a MEM(2004a).

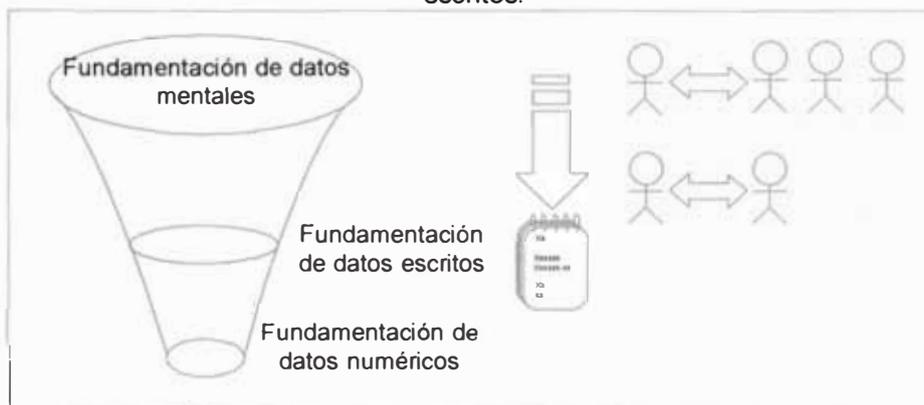
¿Como es la Dinámica de Sistemas?

Martínez y Requena(1986a) define primero establecer la noción básica de *enfoque sistémico*; y segundo, presentar las ideas fundamentales de la *dinámica de sistemas*. Durante siglos, para el estudio de los fenómenos ha predominado el

enfoque analítico parte del principio de considerar con gran detalle las diferentes partes de un fenómeno. Esto se logra a costa de perder la visión de conjunto. En la actualidad, el *enfoque analítico* sigue teniendo gran interés. Sin embargo es insuficiente para explicar muchos fenómenos. Para tratar de resolver esta situación ha aparecido el *enfoque sistémico*.

Los *enfoques sistémicos* parten del principio de que es preferible una visión global de los fenómenos, aún a costa de perder los detalles. La estrategia de colección de datos como se muestra en la Figura 21 estas son usadas en las ciencias sociales como herramientas de *recuperación* que apuntan en preguntar la fundamentación de datos mentales, almacenando los resultados en fundamentos de datos escritos. El modelador interactúa con actores individuales, como también con entrevistas e historias orales, o con equipos o agrupaciones, también puede emplear métodos grupales como el Delphi. Para que al final uno pueda concluir en una fundamentación de datos numéricos (este es el modelo).

Figura 21 Recuperación de Fundamentación de datos mentales y Fundamentación de datos escritos.



Fuente Forrester 1994.²⁷

Martínez y Requena(1986a) define que los *enfoques analítico y sistémico* no tienen por qué ser contrapuesto. Por el contrario, si se utilizan complementariamente

²⁷ Forrester, J.W. 1994. Policies, Decisions and Information Sources for Modeling in Modeling for Learning Organizations. J. Morecroft and J. Sterman eds. Portland, OR: Productivity Press, pp. 51-84. También en European Journal of Operational Research 59(1):42-63.

pueden obtenerse muy buenos resultados. Para ilustrar cuál es el alcance final del enfoque sistémico considérese la siguiente pregunta:

“¿Tiene algo en común el cuerpo humano, una ciudad y un parque natural?”. La respuesta sería *no* si utilizamos el *enfoque analítico*, que predomina en nuestra manera de “ver las cosas”. En ese enfoque ha estado basada nuestra educación y ese enfoque se inspira la separación de las ciencias en campos relativamente aislada de unos de otros.

Curiosamente, si se analiza la evolución histórica de algunos elementos de los ejemplos citados (tal como la evolución de la temperatura media diaria en la ciudad o el ritmo del cerebro en el cuerpo humano o el número de presas en el parque natural) se ven unas siluetas o trayectorias que muestran una cierta analogía, este comportamiento en alguna medida se puede ajustar a alguna función conocida.

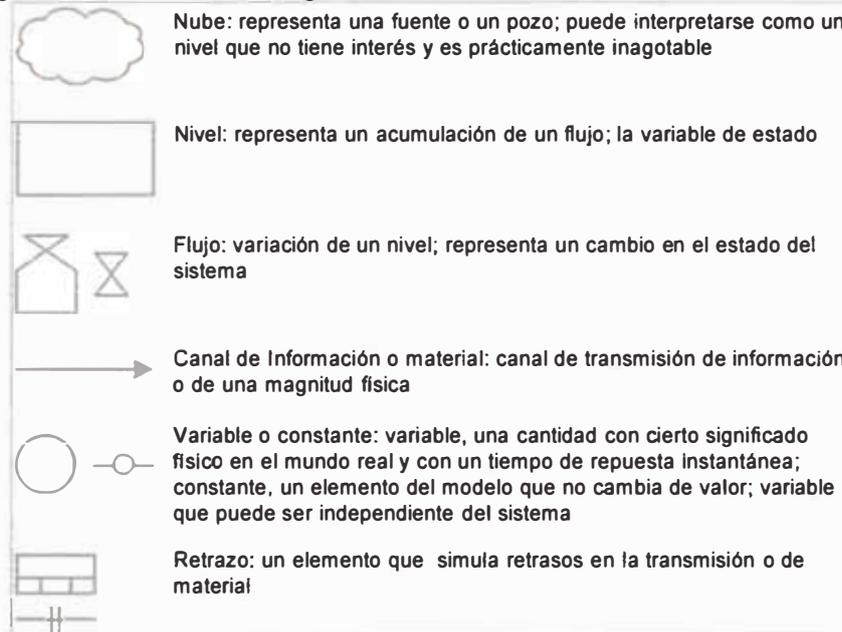
Figura 22 Com ortamientos a arentemente similares de diferentes sistemas.



Fuente Martínez y Requena(1986a).

La dinámica de sistemas nace como una técnica que permite analizar los sistemas y simular sus comportamientos pasados y futuros. J. Forrester, ingeniero de sistemas de la MIT. Desarrollo este método durante la década de los cincuentas. La primera aplicación fue el análisis de la estructura de una empresa norteamericana y el estudio de las oscilaciones muy acusadas en las ventas de esta empresa, la solución de esta fue tomar medidas en base de las ordenes recibidas que actuar en base a la calidad percibida de los clientes pues se descuidaba la calidad del producto cuando se tenia excesiva demanda.

Figura 23 Símbolos del Diagrama de Forrester o Modelamiento Cuantitativo.



Fuente Aracil(1977).

Marco para el Desarrollo Metodológico de la Dinámica de Sistemas.

Al inicio de la investigación de la dinámica de sistemas narra Albin(1992), se decide el propósito del modelo enfocando al significado en un problema y descartando los modelos involucrados. Definiendo los límites del modelo involucra seleccionar componentes necesarios para la generación del comportamiento de interés dado por el propósito del modelo. Después definiendo los límites del modelo e identificando las variables claves, en algunos de los más importantes variables son graficados como función en base al tiempo esto se define con el *modo de referencia*²⁸. El simbolismo en la etapa del modelamiento de la dinámica de Sistemas se muestra en la Figura 23.

El principal tipo del *modo de referencia* es la relación de la hipótesis con los datos históricos. El paso final en la conceptualización es decidido en los mecanismos

²⁸ Datos históricos (Reference Mode).

básicos (lazos de retroalimentación) en el sistema. El básico mecanismo es comúnmente representado usando diagramas de flujo de niveles de la Figura 23.

Luna y Lines(2003) han realizado una recopilación de diferentes planteamientos de los pasos para el desarrollo de la dinámica de sistemas en la Tabla 05.

Tabla 05 Literatura clásica de los proceso de la Dinámica de Sistemas.

Randers en 1980	Richardson y Pugh en 1981	Roberts y otros en 1983	Wolstenholme en 1990	Sterman en 2000
Conceptualización	Definición del problema	Definición del problema	Diagrama de análisis y construcción	Articulación del Problema
	Conceptualización del Sistema	Conceptualización del sistema		Hipótesis dinámica
Formulación	Formulación del modelo	Representación de modelo	Fase de la Simulación (fase1)	Formulación
Validación o evaluación	Análisis del comportamiento del sistema	Comportamiento del modelo		Validación o evaluación
	Evaluación del modelo	Evaluación del modelo		
Implementación	Análisis de Políticas	Análisis de Políticas y Uso del Modelo	Fase de la Simulación (fase 2)	Formulación de políticas y evaluación
	Uso del Modelo			

Fuente Luna y Lines(2003).

El único camino para realizar el proceso del modelo y mejorar un modelo es a través de la práctica.

En la Ingeniería de Sistemas propiamente dicho, uno de sus objetivos esta en el estudio de sistemas, en el cual se pueden representar mediante la abstracción en un gráfico, por ejemplo un modelo mental representado en mapas mentales, tal como lo realiza, el software MindManagerTM ²⁹ entonces los modelos de sistemas, obligatoriamente no descansan sobre un modelo matemático, comúnmente como un sistema de ecuaciones diferenciales que por naturaleza representa sistemas físicos como expone Mészáros y otros(1996). Modelando sistemas complejos, se puede llegar a desarrollar proyectos con aplicaciones Windows, que ganan un

²⁹ MindManagerTM www.mindjet.com

mejor ambiente según Aurelio(2004), representado relaciones mediante flechas entre entidades que representan funciones de las ecuaciones diferenciales como es el caso de los softwares PowersimTM, Vensim^{TM 30} y StellaTM, la dinámica sistemas que tiene como precursor a Jay W. Forrester, que básicamente consta de representación de diagrama causal al diagrama de Forrester y esto, a un sistema de ecuaciones diferenciales.

Johannesburg y Pittsburg(2002) describe un ejemplo de un sistema donde actúan conejos y lobos así como la interacción entre ellos y la representación con la dinámica de sistemas. Este ejemplo también se resolvió en las aplicaciones de Matlab y Mathematica en el Anexo A.5.

El comportamiento del sistema se describe.

Tabla 06 Políticas, variables y unidades del sistema conejos y lobos.

Políticas	Variables y unidades
un conejo produce dos crías al año	a = 2 (conejos) 1/año
por cada 180 conejos nace un zorro	c = 1/180 (lobos) 1/conejo
cada zorro come el 4% de conejos existentes cada año	b = 0.04 (conejos) 1/año
20% de zorros mueren anualmente	m = 0.2 (lobos) 1/año

Fuente Elab. en base de Johannesburg y Pittsburg(2002).

Basados en la Tabla 06 se traslada del plano de modelo mental las ideas a un planos de modelo matemático del modelo de simulación, entonces se formula las ecuaciones del modelo.

- $dH/dt = aH - bHC$
- $dC/dt = cbHC - mC$

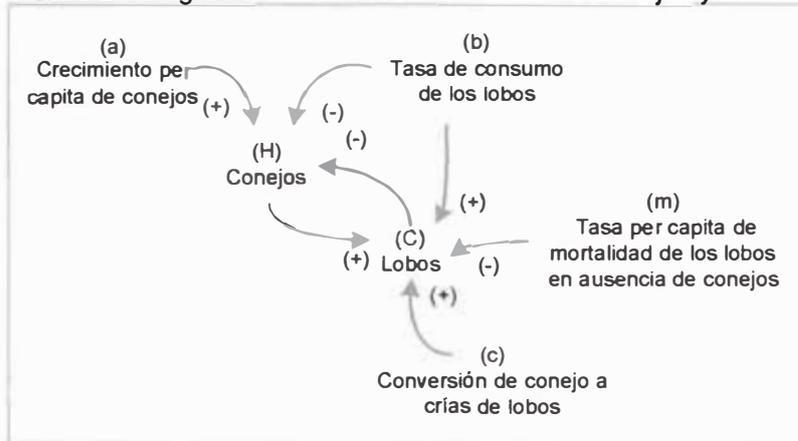
Tabla 07 Variables del Sistema Conejos y Lobos.

Variable	Nombre
a	Crecimiento per capita de conejos
b	Tasa de consumo de los lobos
c	Conversión de conejos a crías de lobos
m	Tasa per capita de mortalidad de los lobos en ausencia de conejos.
H	Conejos
C	Lobos

Fuente Elab. en base de Johannesburg y Pittsburg(2002).

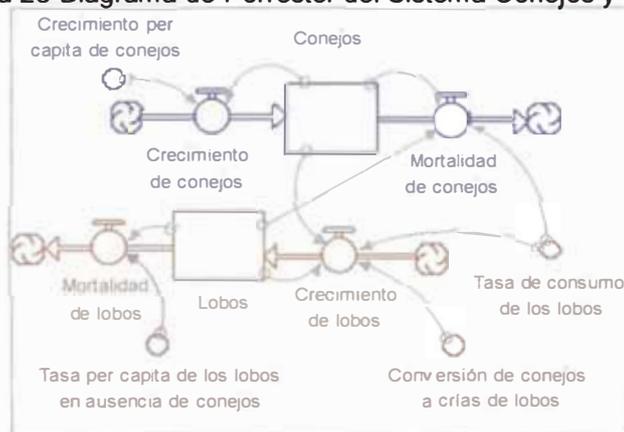
³⁰ VensimTM www.vensim.com

Figura 24 Diagrama Causa Efecto Del Sistema Conejos y Lobos.



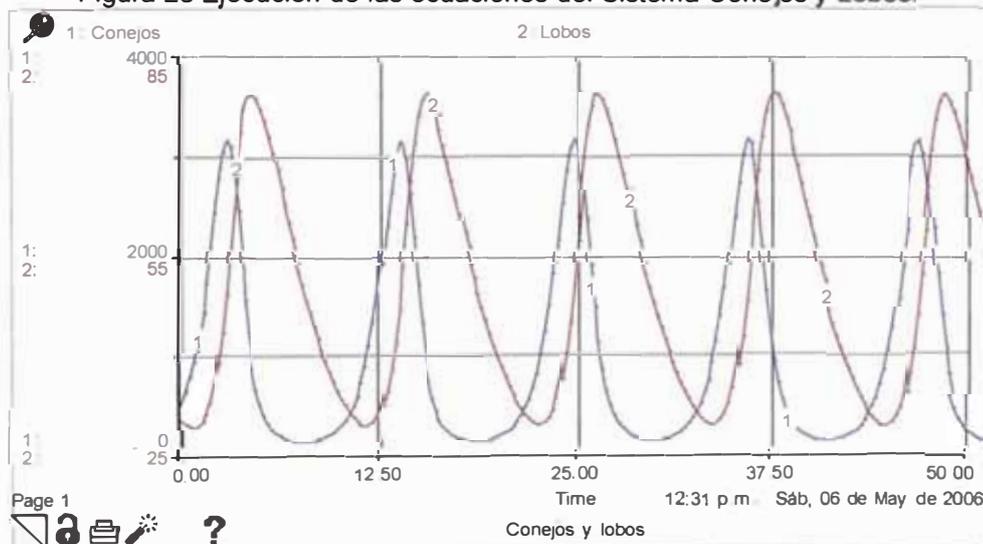
Fuente Elab. en base de Johannesburg y Pittsburg(2002).

Figura 25 Diagrama de Forrester del Sistema Conejos y Lobos.



Fuente Elab. en base de Johannesburg y Pittsburg(2002).

Figura 26 Ejecución de las ecuaciones del Sistema Conejos y Lobos.



Fuente Elab. en base de Johannesburg y Pittsburg(2002).

Figura 27 Descripción del modelo en ecuaciones del Sistema Conejos y Lobos.

<input type="checkbox"/>	$\text{Conejos}(t) = \text{Conejos}(t - dt) + (\text{Crecimiento_de_conejos} - \text{Mortalidad_de_conejos}) * dt$ INIT Conejos = 500 INFLOWS: $\text{Crecimiento_de_conejos} = \text{Conejos} * \text{Crecimiento_per_capita_de_conejos}$ OUTFLOWS: $\text{Mortalidad_de_conejos} = \text{Tasa_de_consumo_de_los_lobos} * \text{Conejos} * \text{Lobos}$
<input type="checkbox"/>	$\text{Lobos}(t) = \text{Lobos}(t - dt) + (\text{Crecimiento_de_lobos} - \text{Mortalidad_de_lobos}) * dt$ INIT Lobos = 30 INFLOWS: $\text{Crecimiento_de_lobos} = \text{Conversión_de_conejos_a_crías_de_lobos} * \text{Tasa_de_consumo_de_los_lobos} * \text{Conejos} * \text{Lobos}$ OUTFLOWS: $\text{Mortalidad_de_lobos} = \text{Lobos} * \text{Tasa_per_capita_de_los_lobos_en_ausencia_de_conejos}$
<input type="radio"/>	$\text{Conversión_de_conejos_a_crías_de_lobos} = 1/180$
<input type="radio"/>	$\text{Crecimiento_per_capita_de_conejos} = 2$
<input type="radio"/>	$\text{Tasa_de_consumo_de_los_lobos} = 0.04$
<input type="radio"/>	$\text{Tasa_per_capita_de_los_lobos_en_ausencia_de_conejos} = 0.2$

Fuente Elab. en base de Johannesburg y Pittsburg(2002).

Las técnicas de Integración de las ecuaciones diferenciales que son el resultado de la Dinámica de Sistemas tienen diferentes niveles de exactitud para su resolución, es por tanto que al momento de definir su modo de resolución de acuerdo a su exactitud de menor a mayor: el método de Euler; Runge Kutta de segundo y cuarto orden, son los métodos más comunes para la resolución por métodos numéricos, según las aplicaciones (software) vistas, existen dos factores que influyen para escoger uno de estos métodos para el algoritmo de Simulación:

- Ventana(2003)³¹ Las contradicciones entre los métodos integración de Euler y Runge Kutta, en los resultados podrían ser dramáticamente diferentes. Para sistemas físicos en que las interrelaciones son exactas y basadas en reglas físicas, la integración de Runge Kutta es casi siempre preferible con algunas excepciones. Para la mayoría de modelos de sistemas sociales no resulta dramáticamente diferente en los resultados
- HPS(2002) El Costo de tiempo de ejecución, en el caso de realizar con métodos más exactos como el de Runge Kutta, se ejecutaría en mayor tiempo computacional.

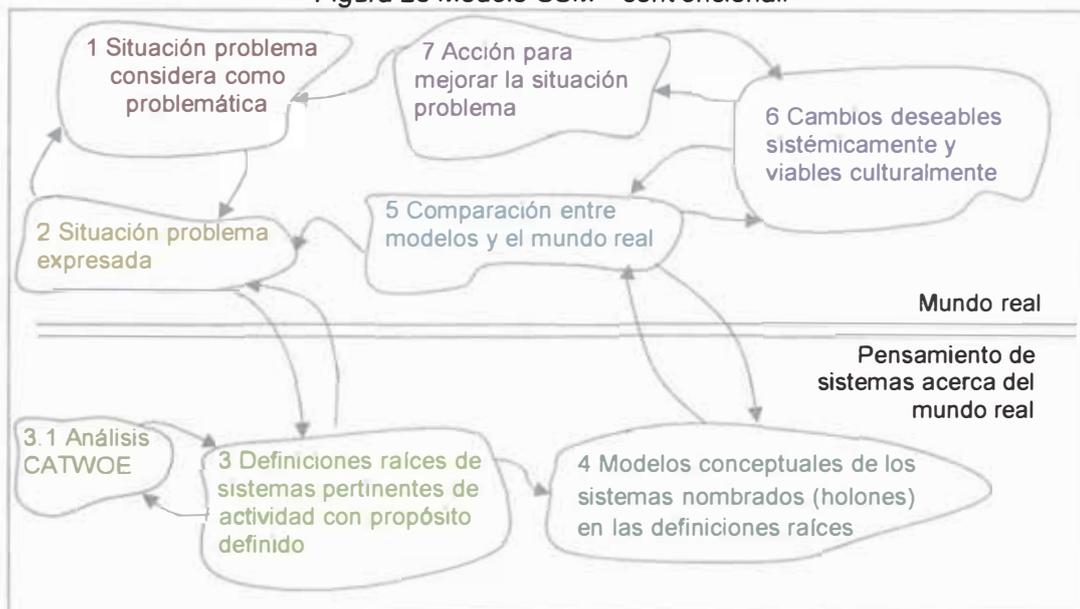
En el modelo se usó el Método de Runge Kutta, porque algunas operaciones del modelo lo necesitaban. Se estudió el sistema con la ayuda de la metodología de

³¹ Pag 84

sistemas blandos, para tener una visión holística y hacer uso de la dinámica de sistemas, la metodología de sistemas blandos tiene una secuencia de pasos según Rodríguez(2001) con siete pasos:

- 1 Situación No Estructurada.
- 2 Situación Estructurada.
- 3 Definiciones Básicas.
 - 3.1 Análisis CATWOE.
- 4 Modelos Conceptuales.
- 5 Comparación de 2 vs. 4.
- 6 Cambios Culturalmente factible y Sistémicamente deseable.
- 7 Implantar Cambios Factibles y Deseables.

Figura 28 Modelo SSM³² convencional.



Fuente Checkland(1994)

En la etapa que corresponde de la situación no estructurada se tienen en la Figura 29 y Figura 30 las que presentan conceptos de:

³² SSM System Soft Methodology en traducción, Metodología de Sistemas Suaves o Metodología de Sistemas Blandos.

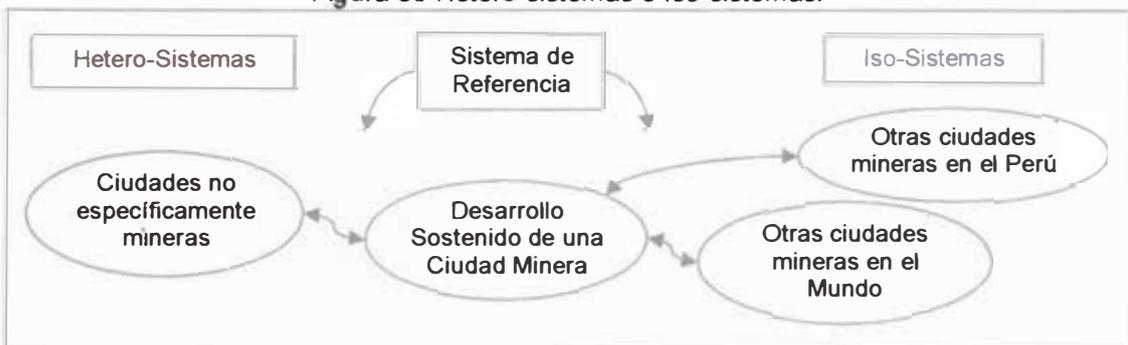
- *Supra-Sistemas*, esta en el entorno y no esta en sistema, ejerce cierta influencia, sirve y depende del sistema de referencia.
- *Infra-Sistemas*, esta afuera y depende del sistema de referencia, si desaparece el sistema de referencia desaparece el infra-sistema.
- *Hetero-Sistemas*, es aquel que hace cosas diferentes al sistema referencia pero esta en su mismo nivel de envergadura.
- *Iso-Sistemas*, es aquel sistema que hace cosas similares al sistema referencia.

Figura 29 Supra-sistemas e Infra-sistemas.



Fuente Elab. Prop.

Figura 30 Hetero-sistemas e Iso-sistemas.



Fuente Elab. Prop.

La que se puede observar en la Figura 28 que se resumió en la Figura 31, es un gráfico general de la SSM, se realizó para tener un rápido panorama de la metodología de Sistemas Blandos, aplicado a nuestro problema en específico.

Respecto a la alineación de la Metodología de Sistemas Suaves con la Dinámica de Sistemas en la Figura 32, se observa en una primera instancia un observador (On)

que tiene conciencia de su propio Weltanschauung³³ (Wn) y define su sistema de referencia (SRn) que se desea analizar y con el sus ideas de diagrama cualitativo (DCIn) y diagrama cuantitativo (DCtn).

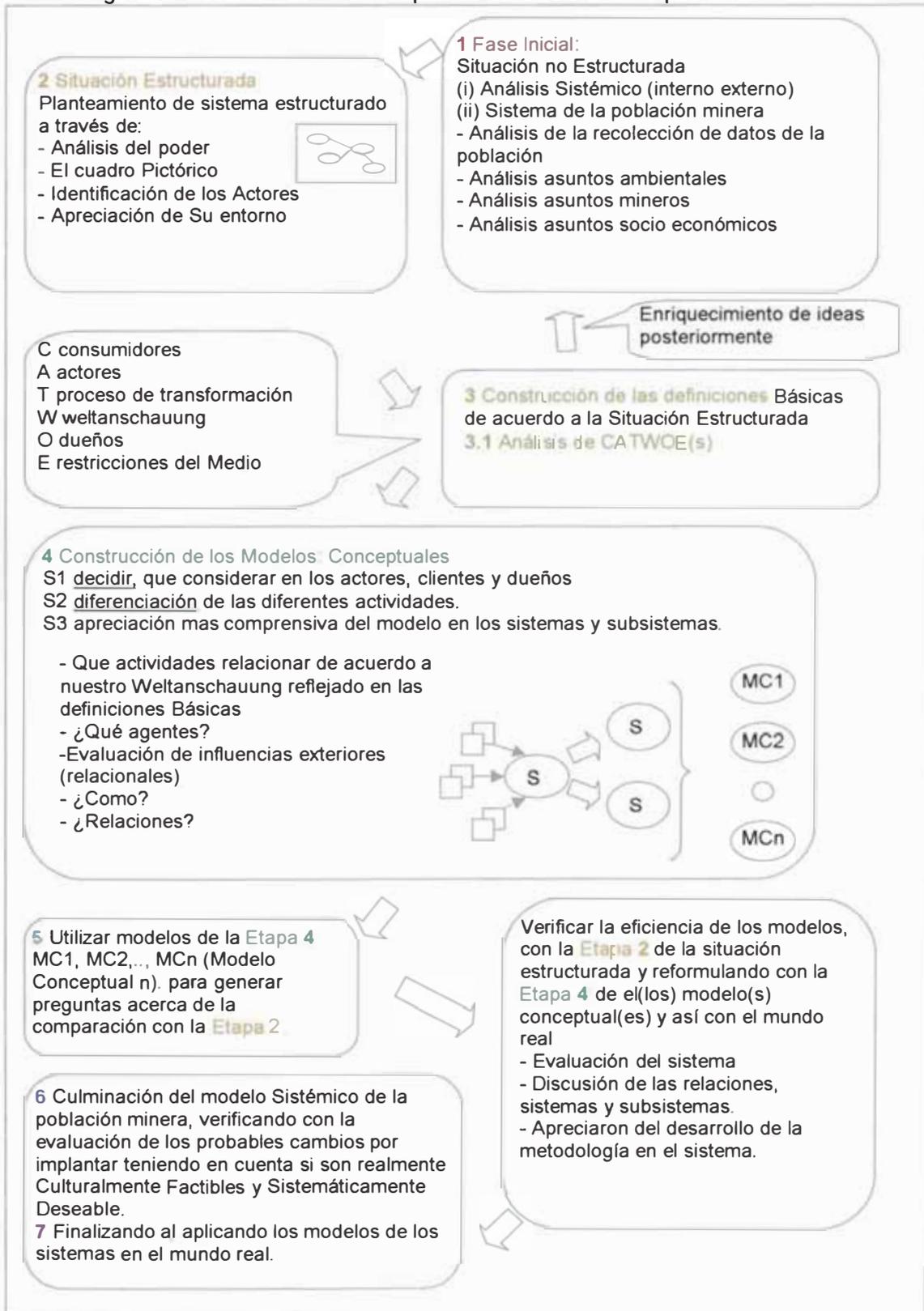
Hay diferentes observadores (O1, O2 y O3) interdependientes entre si, que a su vez tienen diferentes Weltanschauung (W1, W2 y W3), con sistemas de referencia (SR1, SR2 y SR3) distintos, cada uno con sus modelos conceptuales (MC1, MC2 y MC3) de la Figura 32, en donde cada actor (Población, CIA Minera y el Estado Peruano) en sus límites de la metodología de los Sistemas Suaves, están los Diagramas Cualitativos DCI (se bosquejo en parte del diagrama causa efecto de la Dinámica de Sistemas y de mapa conceptual de la Metodología de Sistemas Suaves), y los Diagramas Cuantitativos DCt (diagramas Forrester o de niveles con sus respectiva representación en ecuaciones).

Las definiciones raíces, análisis CATWOE y los modelos conceptuales a partir del punto de vista de algunos actores representa una ayuda en conceptualización de la etapa del análisis cuantitativo y cualitativos del modelo de la población minera.

Determinaremos las definiciones básicas conforme a los tres puntos de vista de: CIA Minera que causa la Definición Básica 1 (DB1) y Modelo Conceptual 1 (MC1); Población que causa la Definición Básica 2 (DB2) y Modelo Conceptual 2 (MC2); Estado Peruano que causa la Definición Básica 3 (DB3) y Modelo Conceptual 3 (MC3). La resolución de las Definiciones Básicas se asemeja a la que se define en la Tabla 03.

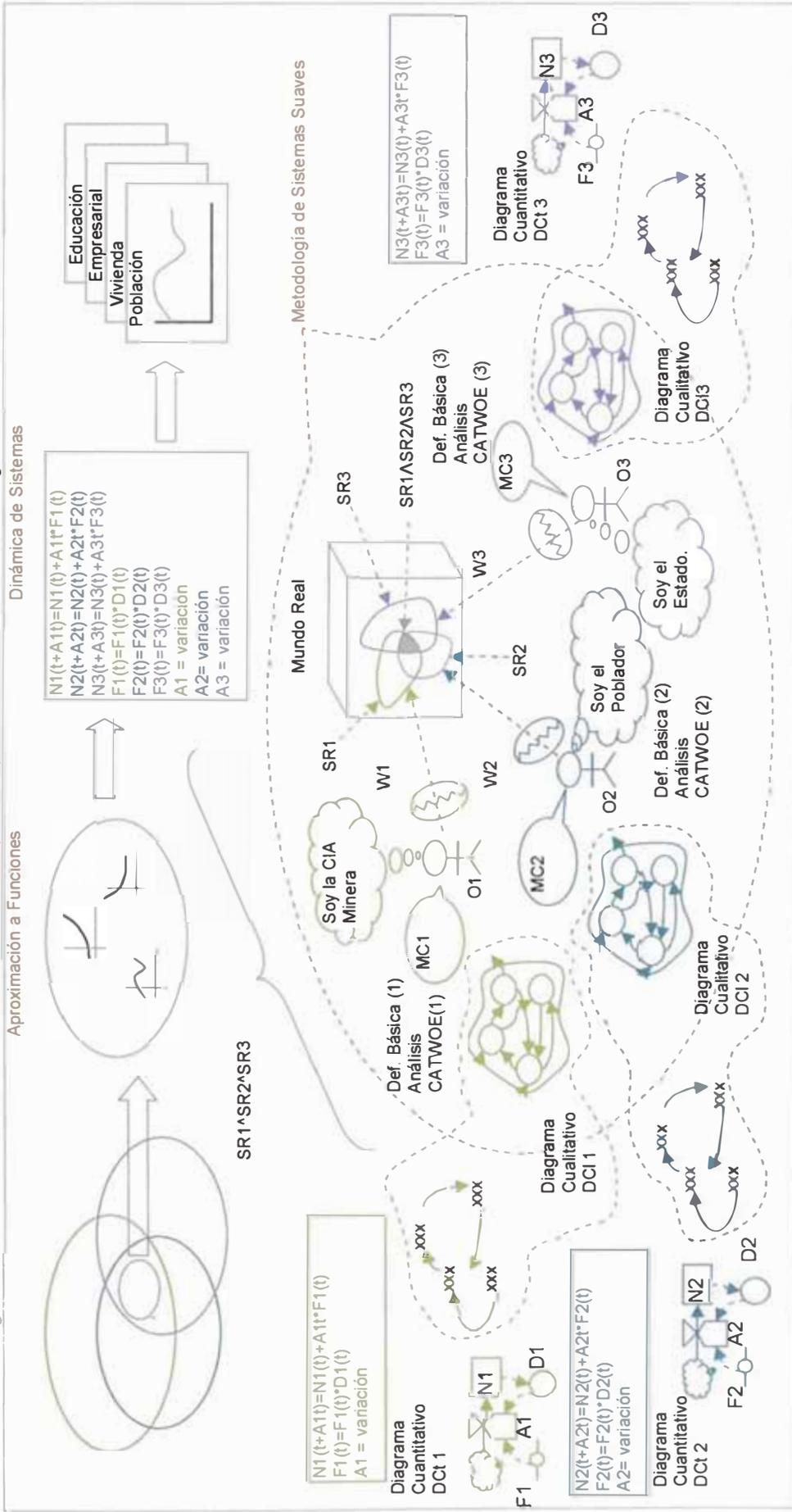
³³ Diccionario Webster's define como sustantivo, una intuición, una personal percepción extrasensorial, filosofía o comprensión del universo y de la vida humana. Diccionario Babylon define como percepción del mundo, perspectiva del mundo (en alemán).

Figura 31 Resumen del la SSM aplicado en un sistema de población minera.



Fuente Elab. ampliada de Checkland(1994) , Pág. 131.

Figura 32 Alineación de la dinámica de sistemas soportado por el análisis de la Metodología de Sistemas Suaves.



Fuente Elab. Prop.

Definición Básica 1 (DB 1).

- Un SAH (Sistema de Actividad Humana) organizado, profesionalmente administrado y conformado por capitales privados; que tiene la finalidad de **invertir** capital en la explotación de la mina para generar ganancias, mediante la administración proporcionada del proceso de producción del mineral, considerando la coherencia de la política del estado y teniendo en cuenta las restricciones de empleo a sus trabajadores, cumplir leyes ambientales, pagar impuestos, evitar daño al medio ambiente y adecuadas condiciones de trabajo.

- C: Los compradores del mineral.

- A: Los trabajadores de la minera.

Explotación de la mina

Invertir capital en la explotación de la mina

Generar ganancias

- T:

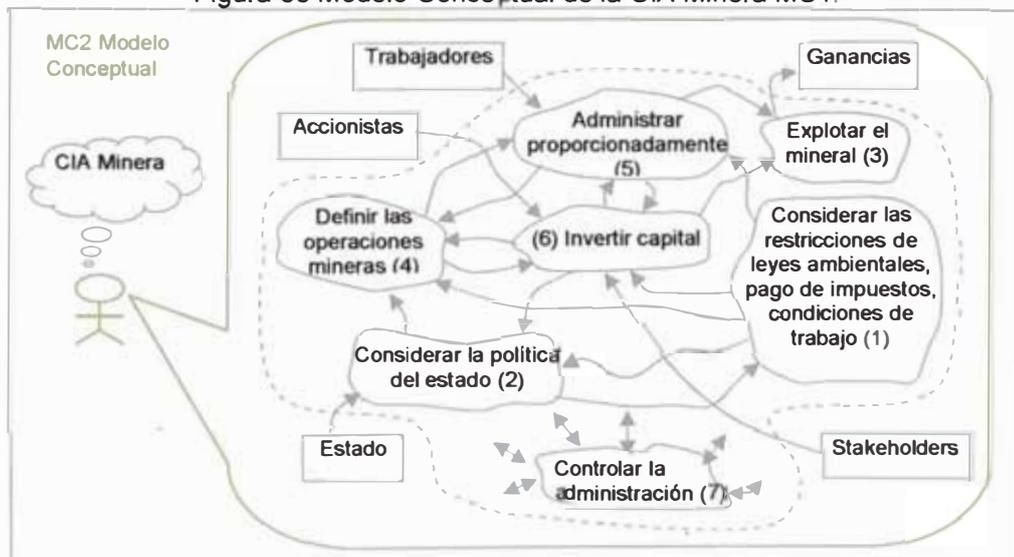
- W: La administración proporcionada del tratamiento del mineral.

- O: Los accionistas.

- E: Cumplir leyes ambientales, pagar impuestos, evitar daño al medio ambiente y condiciones de trabajo adecuados.

Modelo Conceptual 1 (MC1).

Figura 33 Modelo Conceptual de la CIA Minera MC1.

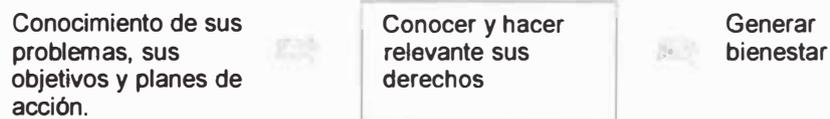


Fuente Elab. Prop.

Definición Básica 2 (DB 2).

- Un SAH conformado por la población; que tiene la finalidad de **conocer y hacer** relevante sus derechos para generar bienestar, mediante el conocimiento de sus problemas, sus objetivos y planes de acción, considerando el desarrollo de la localidad y la política del estado, teniendo en cuenta las restricciones del impacto social, capacitación en otras actividades, derecho al ambiente sano, inversión, actividades alimenticias, derechos y deberes.

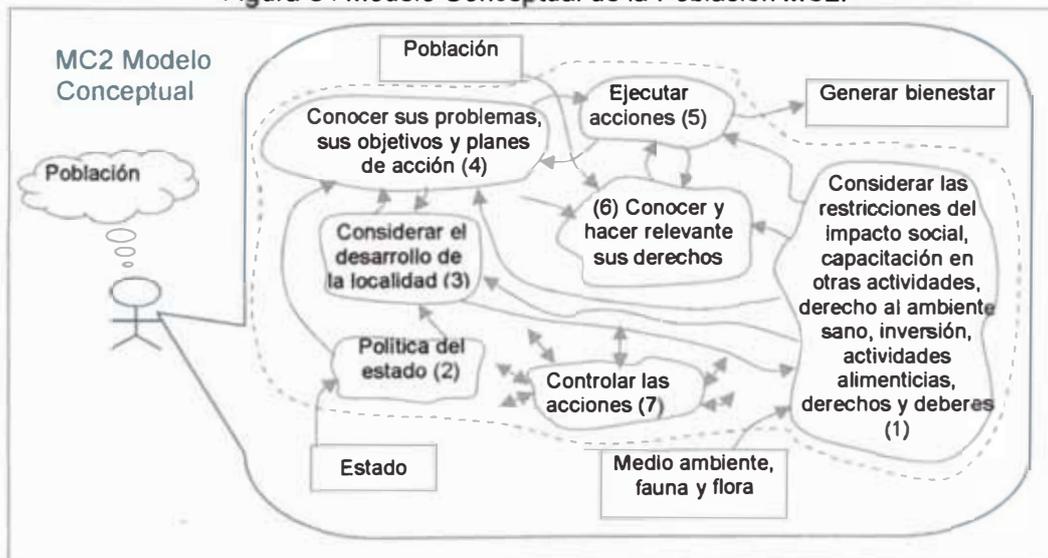
- C: La población.
- A: Las Autoridades, Población.



- T:
- W: Estudio Estratégico Correcto.
- O: Población.
- E: Trabajos y/o familia.

Modelo Conceptual 2 (MC2).

Figura 34 Modelo Conceptual de la Población MC2.



Fuente Elab. Prop.

Definición Básica 3 (DB 3).

- Un SAH conformado por la población y la minera que tienen la finalidad de **coordinar** el sostenimiento del desarrollo de la población y la minería, mediante la creación de un entorno adecuado entre la población con la minería con una proyección a largo plazo, considerando que sea llevadero con las leyes, el bienestar de la población, la fauna, la flora y de la económica.
- C: La población.
- A: Estado, Región y Ministerios.

Población,
fauna y flora
sin daño

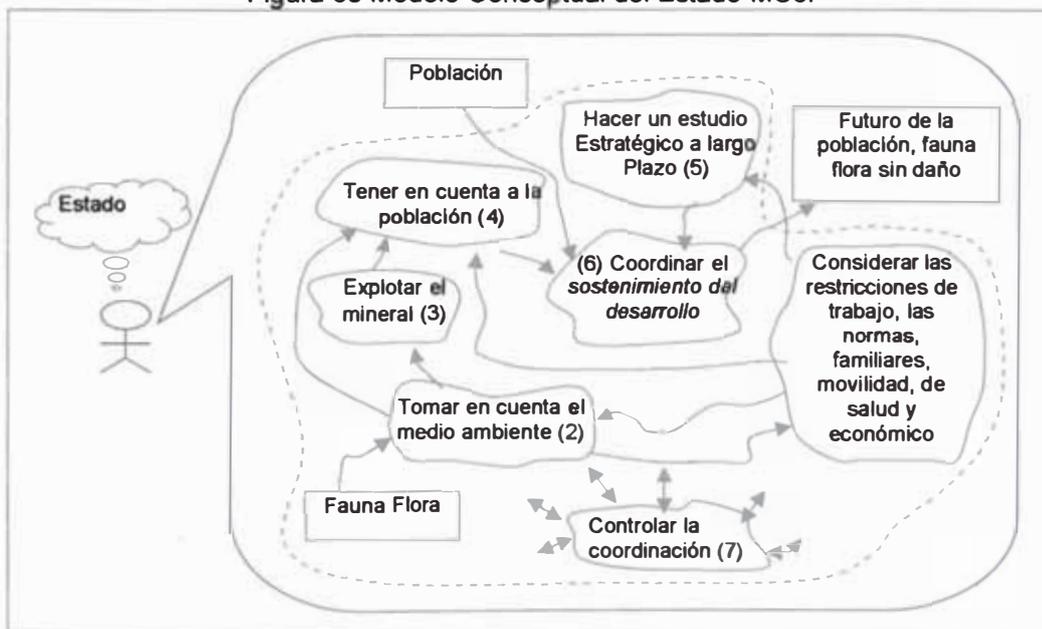
Coordinar el desarrollo
sostenido de la población
minera

Futuro de la
población, fauna
flora sin daño

- T:
- W: Creación de un entorno adecuado.
- O: Población.
- E: Trabajos y/o familia.

Modelo Conceptual 3 (MC3).

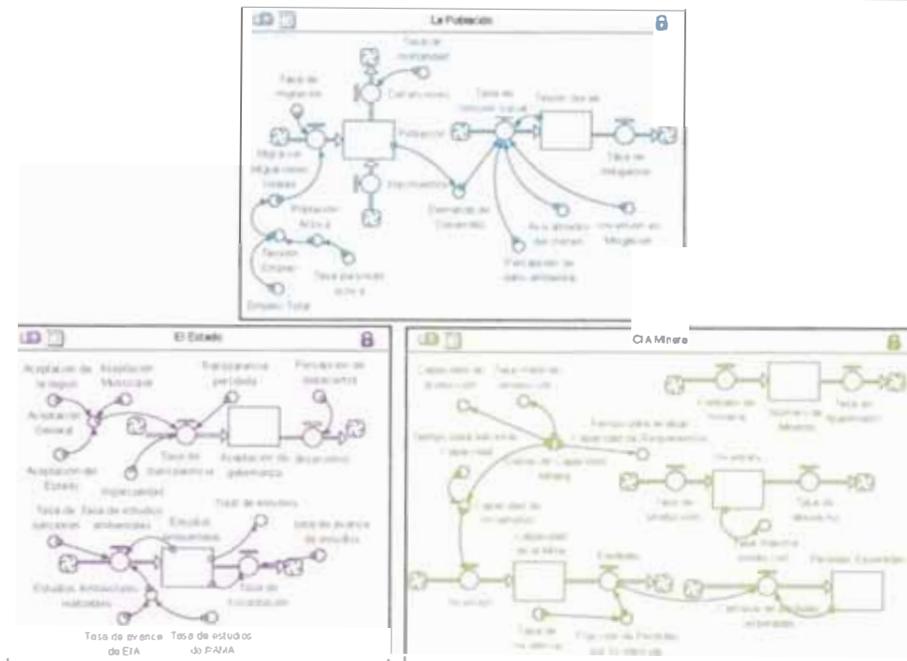
Figura 35 Modelo Conceptual del Estado MC3.



Fuente Elab. Prop.

Después de un análisis podríamos mostrar uno de los primeros modelos de la CIA Minera, Población y el Estado de la Figura 22.

Figura 36 Modelos inicial inderendente de la CIA Minera, población y el Estado.



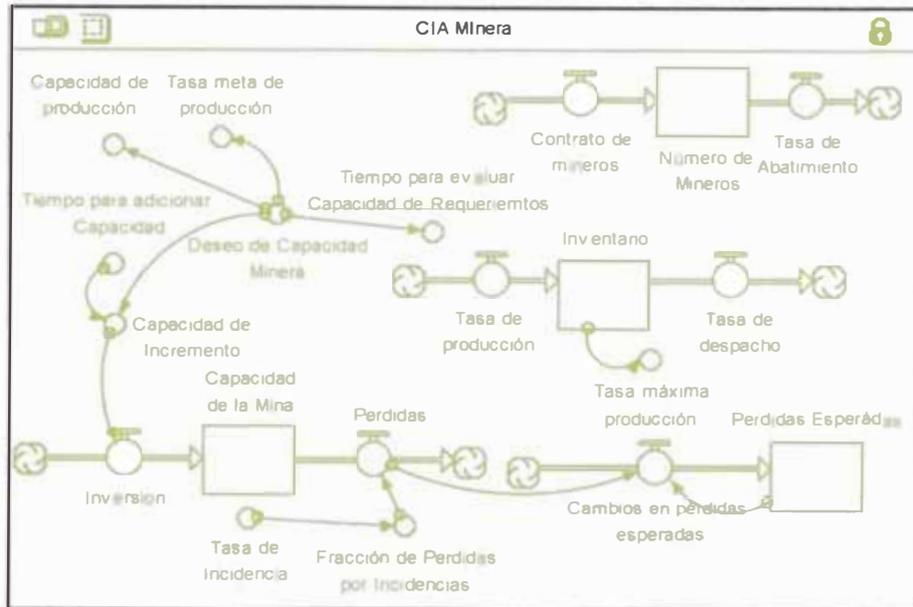
Fuente Elab. Prop.

En una primera instancia después del ejercicio de ideas que provee la Metodología de Sistemas Suaves, realizamos los primeros bosquejos del modelo del sistema, representando mediante niveles y variables estos propia de la metodología de la dinámica de sistemas. Con estos subsistemas modelados se obtuvo una idea de los datos que necesitamos para plasmar en el modelo con la dinámica de sistemas.

El análisis se basó en Cooke(2003) como parte inicial del subsistema CIA Minera en la Figura 37. De la Figura 37 el nivel *Inventario* no se tomó en cuenta pues no se obtuvo datos del inventario exacto de cada uno de los desmontes de mineral ni su ley de mineral correspondiente. Respecto al nivel *Perdidas Esperadas* no se tuvo acceso a la información Financiera real de la Minera, en la bibliografía revisada se obtuvo estados financieros de algunos años, y del total del conglomerado de la empresa más no de la Unidad Operativa en la Ciudad de Cerro de Pasco. El nivel

Capacidad de la Mina se modifico por las reservas probadas publicadas, ya sea de la mina subterránea y de la extracción del mineral del Tajo Abierto.

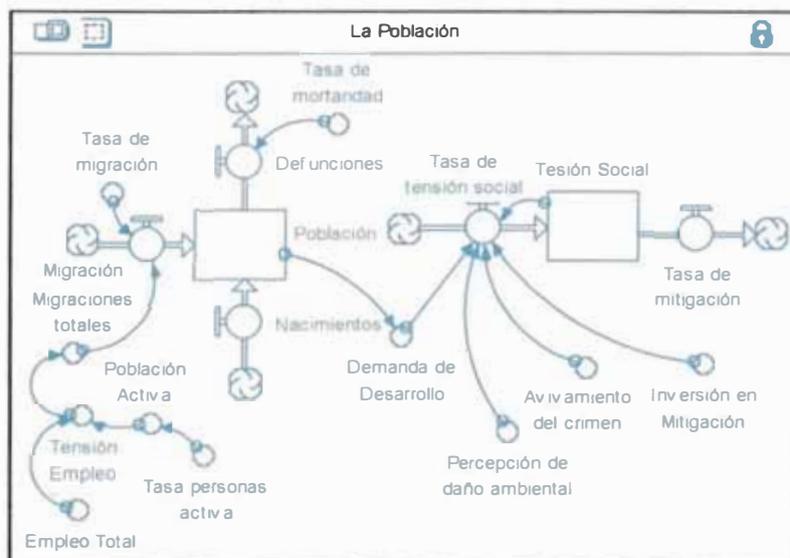
Figura 37 Diagrama Forrester de la CIA Minera.



Fuente Elab. Prop.

Del modelo de Martínez y Requena(1986b) se uso como referencia para realización de parte del modelo que enfoca a la población en la Figura 38.

Figura 38 Diagrama Forrester de la Población.

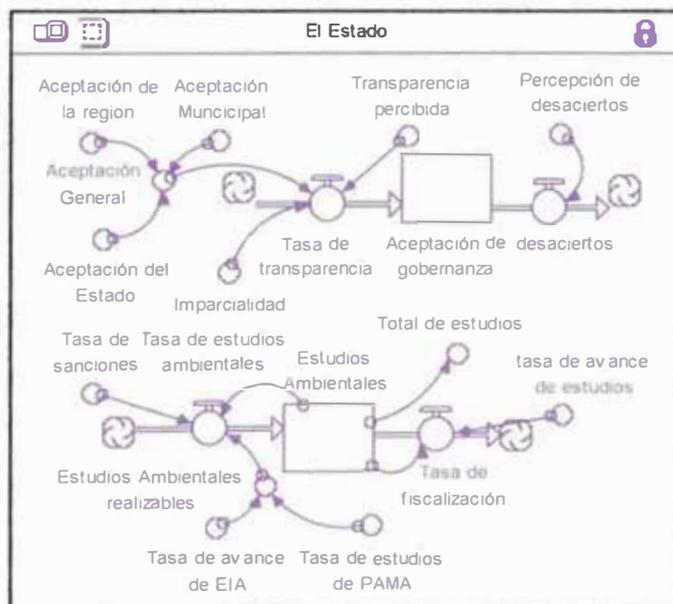


Fuente Elab. Prop.

De la Figura 38 respecto al Nivel *Población* se evaluó en función al modelo "World3" y respecto a los datos se obtuvo información del INEI. La *Tensión Social* no se pudo medir recalcando que en la ciudad se explota el mineral desde el siglo XVI lo que significa que la cultura Minera es fuerte en la Ciudad, si se tiene problemas de *Tensión Social* alta es por que se mezclan con motivos políticos y a su vez por endeblez políticas de la Minera con la Población.

Parte del Modelo que enfoca desde el punto de vista del Estado en la Figura 25. Cuando se entro más a fondo en la Investigación se observó que las Políticas de *Estudio Ambiental* están administradas por entes del Estado como el Ministerio de Energía y Minas. Por lo que esta variable fue descartada pues esta variable involucraba a todos los Estudios ambientales aparte de los Mineros. En lo que respecta con la *Aceptación de Gobernanza* no se pudo cuantificar y al igual que la variable anterior era demasiado genérica a nivel País.

Figura 39 Diagrama Forrester por parte del Estado.



Fuente Elab. Prop.

1.6 Diseño Metodológico

1.6.1 Tipo y nivel de Investigación

Se realizó una investigación operativa de investigación y desarrollo con la disciplina de la Dinámica de Sistema, que supone la validación, la sensibilidad de resultados y cambio de política en este caso, con los datos del comportamiento del sistema, mediante la práctica en el desarrollo del modelo.

El Nivel de la Investigación se busco describir situaciones y eventos, es decir como es y como se manifiestan los fenómenos. Se busco describir las propiedades importantes de personas, grupo de personas, comunidades o cualquier otro fenómeno que se sometió a análisis. Según la calidad de datos se evaluó y se midió con una precisión posible diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno ha investigar. De alguna manera se correlacionó variables pues todas las variables se relacionaron de acuerdo a su comportamiento, en la que según estas se explicó su comportamiento continuo según el tiempo.

1.6.2 Población y Muestra

Se observo la Ciudad de Cerro de Pasco para mas detalle ver el punto 2.1.1.

1.6.3 Técnicas e instrumentos

Se utilizaron las técnicas conceptuales como procedimientos particularmente mentales y reglas lógicas que acompañan todo el siglo de la investigación, se identificaron conexiones externas, en el planeamiento y fundamentación del problema en la determinación de las variables endógenas y exógenas del objeto de estudio y sus relaciones, en la formulación, contrastación y estimación de la hipótesis.

Se recolectó de diversas fuentes estadísticas, con lo que concentró en grupos de interés dependiendo de cada área, por ejemplo en la población de la ciudad minera se encontró tasas de población urbana y no urbana en diferentes fuentes mientras los censos de los distintos años en diferentes instancias.

1.6.3.1 Recolección de datos

La observación del sistema de referencia se hizo a modo de exploración, se realizó entrevistas no documentadas. Se identificó la correlación e identificación de la interdependencia de los datos de los subsistemas, los censos se obtuvieron del INEI y se documentó el comportamiento de cada subsistema para su desarrollo.

Se depuró la información revisando los datos contenidos, se encontró incongruencias en algunos datos estos se hicieron visibles por su promedio anormal, esto debido principalmente por fallas de los tomadores de datos esto resalta en el monitoreo ambiental.

Los datos recopilados de una manera de narración de los mismos, se obtuvieron como base para delimitar el modelo. La cantidad de datos en algunos casos eran abundantes y escasos en otros, entonces lo que se completó valores donde hay escasos datos en función de los años en que había abundantes datos.

1.6.3.2 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de tratamiento se realizaron mediante gráficos enlazados año por año, pues con los datos mostrados como funciones se podía contrastar una cantidad de datos en forma paralela. Los datos según funciones continuas dependiendo del tiempo se realizó para que en base a un sencillo análisis encontremos una operación de funciones que mejor represente a los datos ha evaluar.

La técnica de polinomio pareció factible para asemejar las funciones a los datos reales, pero por integración y su comportamiento la función no encontró eco en el modelo. Añadiendo a esto la fuerte interrelación del sistema de ecuaciones de integrales. Las operaciones de funciones como las senoidales se ajustaron al subsistema ambiental en el comportamiento del monitoreo de flujo aguas.

En la presentación de los datos de la ejecución, sensibilidad de resultados y cambio de políticas se uso variables estadísticas que evaluaron cuatro quincenios que abarcaron años de 1990 al 2050, dando valores del máximo, mínimo, la desviación estándar y la media.

“La complejidad no es una receta para conocer lo inesperado. Pero nos vuelve prudentes, atentos, no nos deja dormimos en la mecánica aparente y la trivialidad aparente de los determinismos”.

Edgar Morin

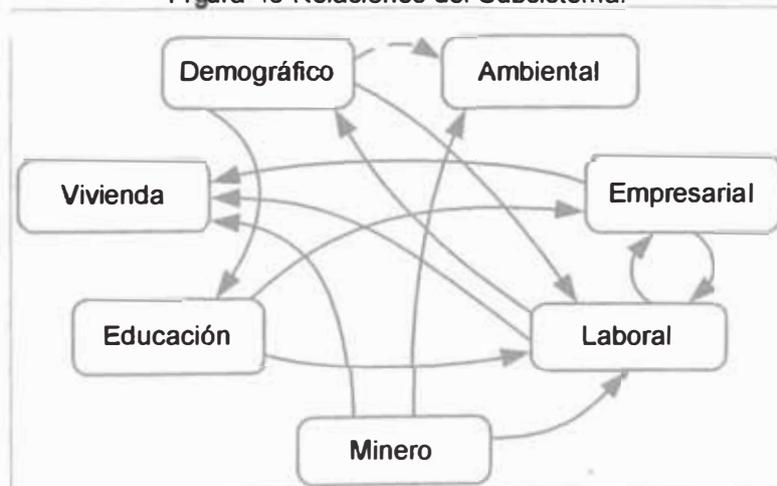
Capitulo II

Estructura del Sistema

2.1 Descripción Metodológica de la Tesis

La manera en que se expone las variables se puede notar que se relata monográficamente, pues se tiene que ver las causas y efectos de cada hecho relevante de cada subsistema. El relato del sistema de referencia de una forma cualitativa puede palear la necesidad de datos cuantitativos y nos da el marco de trabajo de los límites de actuación del sistema del modelo. La resolución del Sistema Dinámico se realizó en el Software Vensim™ por facilidad del Autor.

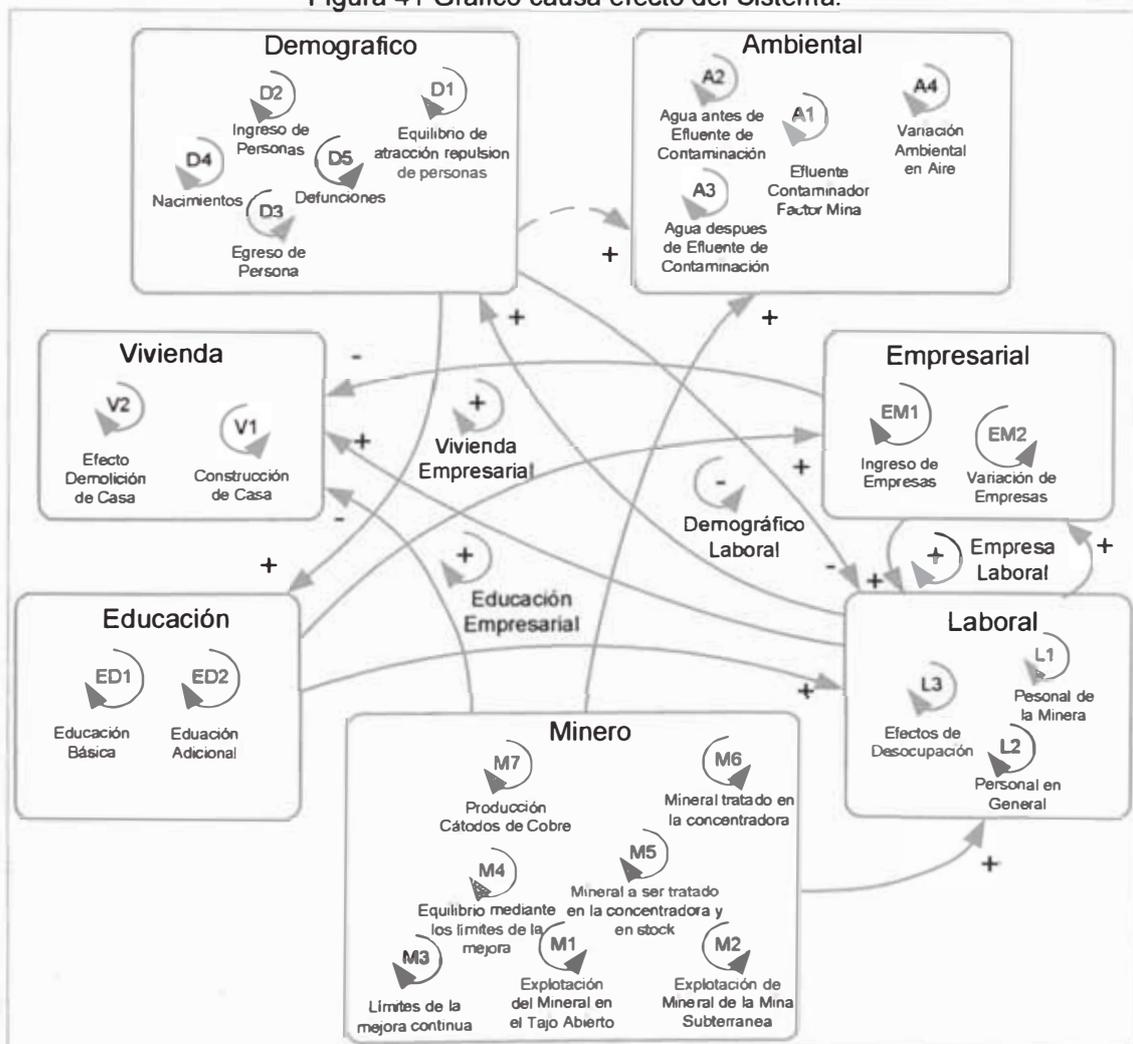
Figura 40 Relaciones del Subsistema.



Fuente Elab. Prop.

Al evaluar los subsistemas por separado y dando a algunas variables un rígido acercamiento de su conducta en el tiempo no siempre es posible, al momento de la interrelación de las variables del sistema completo, por causa que de un subsistema de ella influye en otro subsistema. En el momento de distribuir estrictamente todas las variables del sistema general en los datos reales de algunas variables, se hizo una tarea cíclica pues una variable influye a otra y esta a la anterior, la respuesta de ello es que se no ha involucrado todas las variables del sistema real lo que sería utópico realizarlo.

Figura 41 Grafico causa efecto del Sistema.



Fuente Elab. Prop.

Las relaciones entre los subsistemas del modelo desarrollado, es como en la Figura 40, la línea punteada significa que no tiene una relación directa, pues en el subsistema ambiental se tienen variables de causas de emisiones de transporte y desechos urbanos pero como una variable interdependiente, en el modelo no está relacionado directamente con el subsistema demográfico. En la Figura 41 se muestra la relación causa efecto entre los subsistemas.

El lazo D1 de *equilibrio de atracción y repulsión de personas* esta regula el sistema modelado, este punto puede ser la diferencia de una gran población en extrema pobreza o niveles de empleo en más de cien por ciento.

2.1.1 Demografía

La demografía en la Dinámica de Sistemas, se tiene un conocimiento clásico de su estructura en más de una fuente literaria, la población en la que ingresa los nacidos, su tasa de nacimiento y las muertes con un promedio de vida y/o con su tasa de mortandad.

Tabla 08 Población del Departamento, Provincia de Pasco y de los distritos de Chaupimarca, Simón Bolívar y Yanacancha.

Censo	Departamento			Provincial			Chaup., S. Boliv. y Yana.		
	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
1940	29950	61667	91617						
1961	49113	91313	140426						
1972	102017	73640	175657						
1981	121802	90116	211918	93240	32589	125829	62907	6693	69600
1993	133383	92912	226295	98160	31739	129899	61839	5487	67326
2005	160666	105887	266553	113502	34095	147597	66920	4895	71815

Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2002) y INEI(2005b).

Según los datos de los censos realizados el 12 de julio de 1981, 11 de julio de 1993 y del 18 de julio al 20 de agosto del 2005, se obtuvieron los datos enfocándonos en la Provincia de Cerro de Pasco, el Departamento de Pasco y los distritos de Chaupimarca, Simón Bolívar y Yanacancha en que se encuentra la Ciudad, así como su población Urbana y Rural de la Tabla 08 y la Tabla 09, se ha tomado como

indicador que la parte urbana de estos tres distritos que acoge a la Ciudad de Cerro de Pasco.

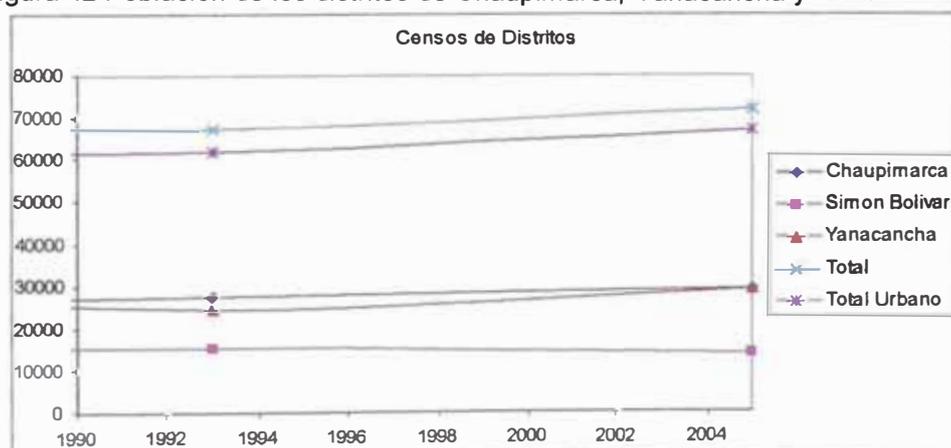
Tabla 09 Población de los distritos de Chaupimarca, Simón Bolívar y Yanacancha, provincia de Pasco.

Censo	Chaupimarca	Simón Bolívar	Yanacancha	Total	Urbano	Rural
1981	25806	14003	29791	69600	62907	6049
1993	27502	15424	24400	67326	61839	5040
2005	29101	13599	29115	71815	66920	4006

Fuente Elab. en base a INEI(2001), INEI(2002) y INEI(2005b).

Se nota una clara disminución en la Figura 42, de la población de estos tres distritos juntos a inicios de los años 90s, esto debido a las estrategias económicas del gobierno esto involucra a las ex empresas estatales como de CENTROMIN en años anteriores y a la emergencia del terrorismo en la zona, que engendró inestabilidad y despoblación. El ingreso de personas de Chaupimarca (Chaupimarca) hacia San Juan (Yanacancha) por planificación de Minera, la ubicación de locales del gobierno y de la Universidad al favorable y urbanizado San Juan originaron el leve despoblamiento del distrito de Simón Bolívar.

Figura 42 Población de los distritos de Chaupimarca, Yanacancha y Simón Bolívar.



Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2002) y INEI(2005b).

Para contrastar los datos de la población de la Ciudad de Cerro de Pasco se tiene datos de fuentes de suministro de energía evaluado en base a direcciones de viviendas teniendo en cuenta que una vivienda, que puede tener varias conexiones de electricidad, obviando las viviendas de los campamentos de la Cia. Minera y las

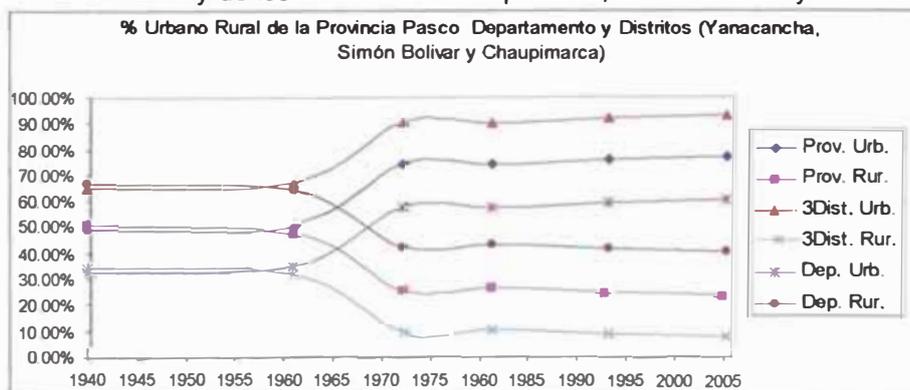
pocas viviendas sin fluido eléctrico de la Ciudad y sus alrededores como de San Juan de Yanacancha, la parte de la ciudad con Simón Bolívar y Chaupimarca. Entre los anexos y pueblos jóvenes del alrededor, que conforman la Ciudad en la Figura 107 y la Tabla 25, si multiplicamos esto por una media de 4 a 5 personas por una dirección de vivienda, tenemos un resultado similar de la población urbana de Yanacancha, Simón Bolívar y Chaupimarca de la Figura 42. Se obtuvieron y calcularon los siguientes datos de la Tabla 10, que representa el porcentaje de población urbana y rural del Departamento y la Provincia de Pasco, en la que se encuentra los distritos vinculados a la Ciudad.

Tabla 10 Datos calculados del porcentaje de población Urbana y Rural de Pasco.

Censo	% Depart. Pasco		% Prov. Pasco		% 3 Distritos	
	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1940	32.69%	67.31%	49.31%	50.69%	65.60%	34.40%
1961	34.97%	65.03%	51.60%	48.40%	67.88%	32.12%
1972	58.08%	41.92%	74.70%	25.30%	90.99%	9.01%
1981	57.48%	42.52%	74.10%	25.90%	90.38%	9.62%
1993	58.94%	41.06%	75.57%	24.43%	91.85%	8.15%
2005	60.28%	39.72%	76.90%	23.10%	93.18%	6.82%

Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2003), INEI(2004), INEI(2005a) y INEI(2005b).

Figura 43 Porcentajes de la población Urbana y Rural, del Departamento de Pasco, Provincia de Pasco y de los distritos de Chaupimarca, Simón Bolívar y Yanacancha.



Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2003), INEI(2004), INEI(2005a) y INEI(2005b).

La Figura 43 muestra la clara tendencia a la migración a zonas urbanas aledañas a la Ciudad, un hecho que es claro y permisible, que ha sucedido en otras zonas del

mundo, la clara tendencia de la Provincia de Pasco tiene su razón por estrategia de la antigua propietaria de la mina que esta en la ciudad, la que en los años 50s empezó a realizar la explotación minera a escala mediante el tajo abierto la cual repercutió en la Provincia como un atrayente e incentivador por la mejora económica de la zona urbana.

De la Figura 44 podemos analizar el comportamiento de la población de 0 a 14 años tiende a bajar por razones de la planificación familiar, la población de 15 a 44 años tiende a aumenta junto con la población de 45 a 64 años un reflejo de los elevados niveles de natalidad registrados en años anteriores y las personas de 65 a mas años tiene un inicio de crecimiento que es generado por los anteriores altas tasas de fecundidad y la mejora en la atención medica que aumenta la esperanza de vida.

Tabla 11 Porcentajes de la Población de la Provincia de Pasco por segmento de edad.

Censo	Porcentaje			
	0 a 14	15 a 44	45 a 64	65 a mas
1972	48.10	38.78	10.42	2.70
1981	46.00	40.20	10.90	2.90
1993	41.90	43.02	11.78	3.30
2005	31.98	51.14	14.25	2.63

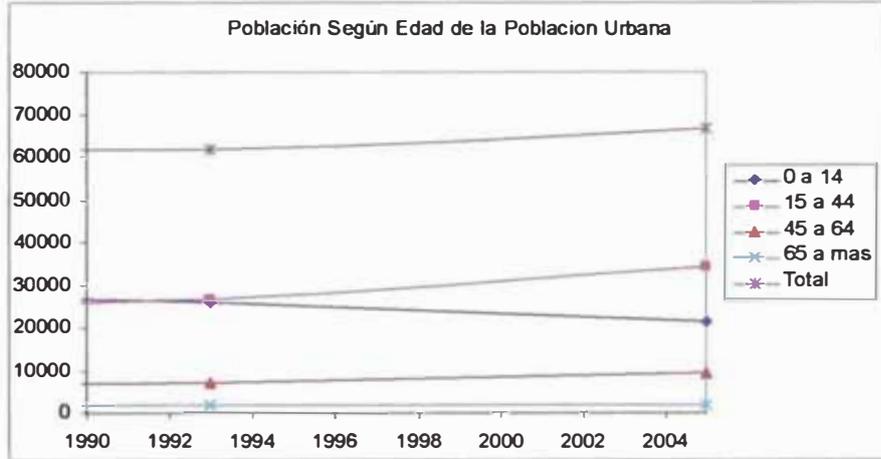
Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2003), INEI(2004), INEI(2005a) y INEI(2005b).

Tabla 12 Población calculada de la Ciudad de Cerro de Pasco, evaluado por segmentos de edad.

Censo	Población en los tres distritos				
	0 a 14	15 a 44	45 a 64	65 a mas	Total
1981	28937	25286	6860	1824	62907
1993	25911	26605	7283	2041	61839
2005	21403	34220	9539	1758	66920

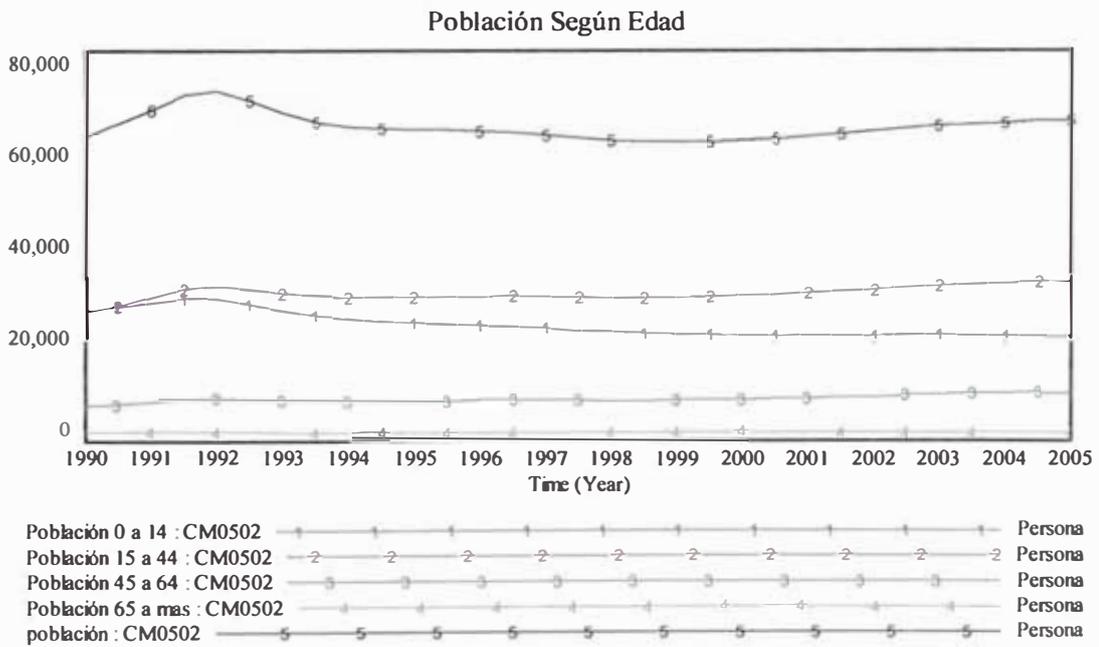
Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2003), INEI(2004), INEI(2005a) y INEI(2005b).

Figura 44 Población de la Ciudad de Cerro de Pasco por segmentos de edad.



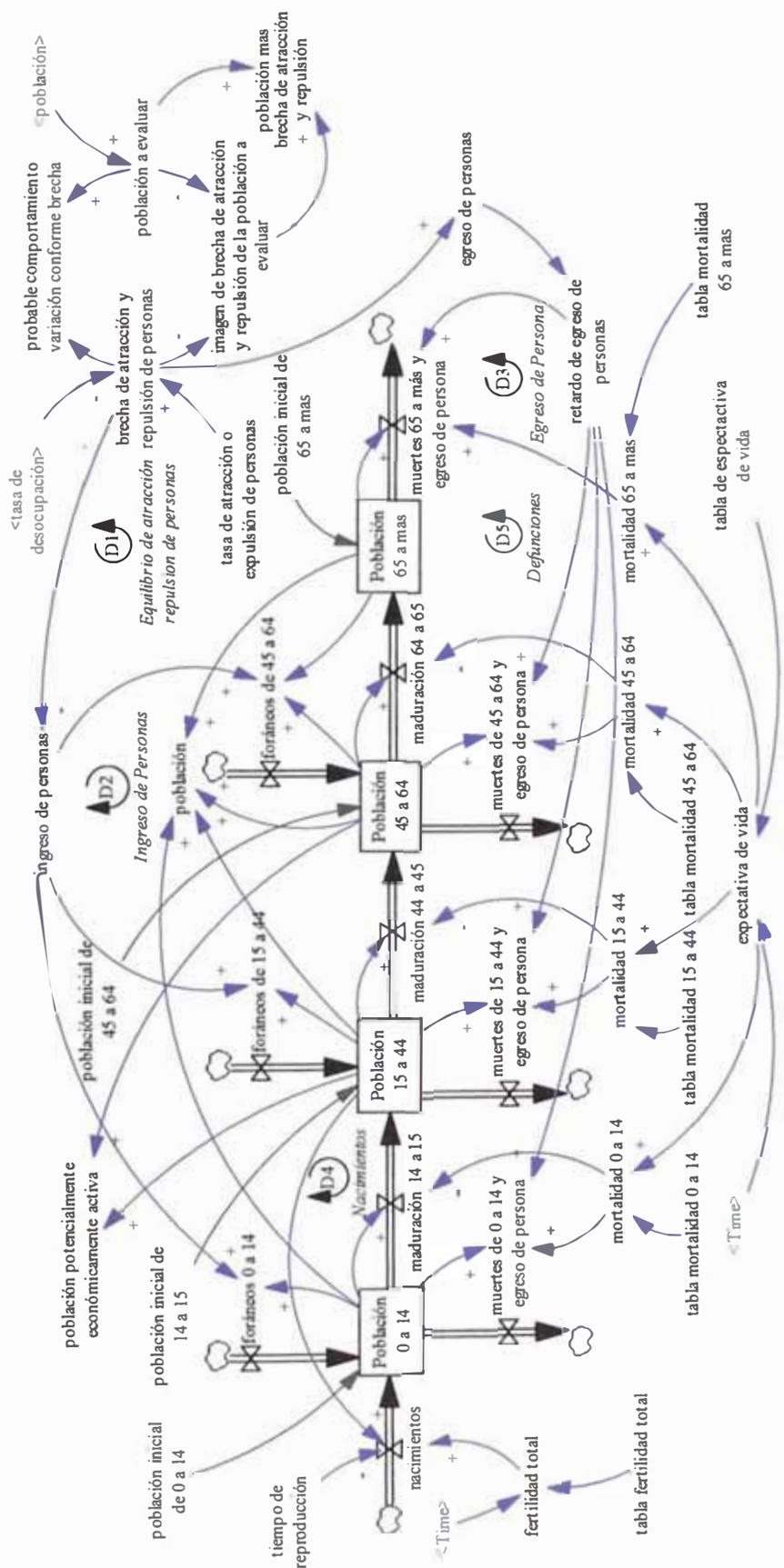
Fuente Elab. en base de INEI(2001), INEI(2003), INEI(2004), INEI(2005a) y INEI(2005b).

Figura 45 Ejecución del Modelo, Población de la Ciudad.



Fuente Resultados del Modelo de la población.

Figura 46 Vista del Modelo, Demografía.



Fuente Elab Prop.

Equilibrio de Atracción Repulsión de Personas (Lazo D1) se regula en función de la *tasa de desocupación* de la *tasa de atracción o expulsión de personas* que en el modelo se ha evaluado con 15% de desocupación que significa los límites de desocupación que puede sobre llevar la ciudad, en función ha esta variable se ve los efectos en *egreso de personas e ingreso de personas*.

Ingreso de Personas (Lazo D2) según lo evaluado en la *brecha de atracción y repulsión de personas* evalúa una disminución de la *tasa de desocupación*, esta influye directamente con el *ingreso de personas* a la ciudad.

Egreso de Personas (Lazo D3) cuando la *brecha de atracción y repulsión de personas* muestra un aumento de la *tasa de desocupación* esto influye en el *egreso de personas*.

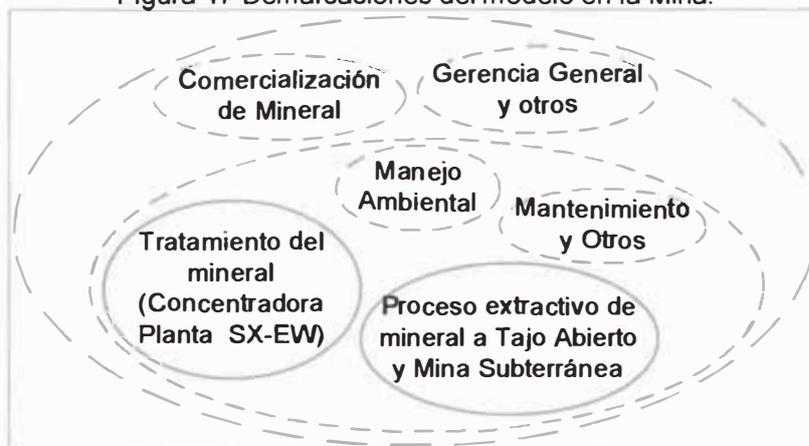
Nacimientos (Lazo D4) esta en función de la población femenina dentro de la *población de 15 a 44 años* que esta en *tiempo de reproducción* y con la *tasa de fertilidad total* según el *tiempo (time)*, influye en los *nacimientos* de la *población*.

Defunciones (Lazo D5) estas son evaluadas en función a la *expectativa de vida* de la población la que hace disminuir la *población*, con la mortalidad de cada uno de los grupos de edad (la *mortalidad 0 a 14*, la *mortalidad 15 a 44*, la *mortalidad 45 a 64* y de *mortalidad 65 a más*).

2.1.2 Minería

El proceso dentro de la minería se puede modelar todo el proceso de producción en el caso de: planeamiento de operaciones del tajo, dentro de su toma de decisiones; la carga y la lleva de mineral y desmonte de interior del tajo abierto; así como la calificación de la ley del mineral de la carga a ser desmonte o material para la concentradora; la ruta de excavación de los minero hacia la veta de la mina subterránea; el mantenimiento de los equipos; etc. Teniendo todas esas posibilidades para el modelo, se iría al detalle y fuera de los límites del modelo planteado en la Figura 47, tenemos entre los círculos completos las áreas que incumben el modelo desarrollado, el Tratamiento del mineral en Concentradora y de la Planta SX-EW³⁴.

Figura 47 Demarcaciones del modelo en la Mina.



Fuente Elab. Prop.

El subsistema minero consta de los siguientes pasos.

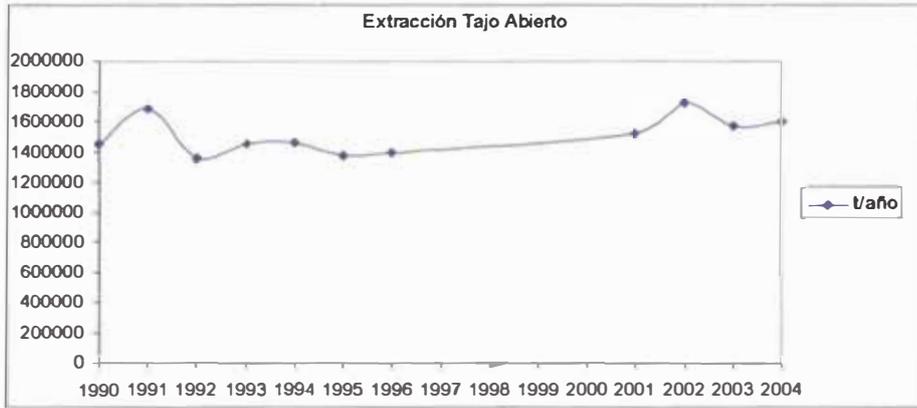
- El traslado de mineral captado del tajo abierto (open pit) mediante transporte pesado, y de la mina subterránea que se explota en galerías al interior de la tierra.
- Se traslada el mineral con alta ley a la concentradora de Paragsha y a la de San Expedito³⁵.

³⁴ En este momento se encuentra en para.

³⁵ Opero hasta Agosto del 2002 MINEC(2003).

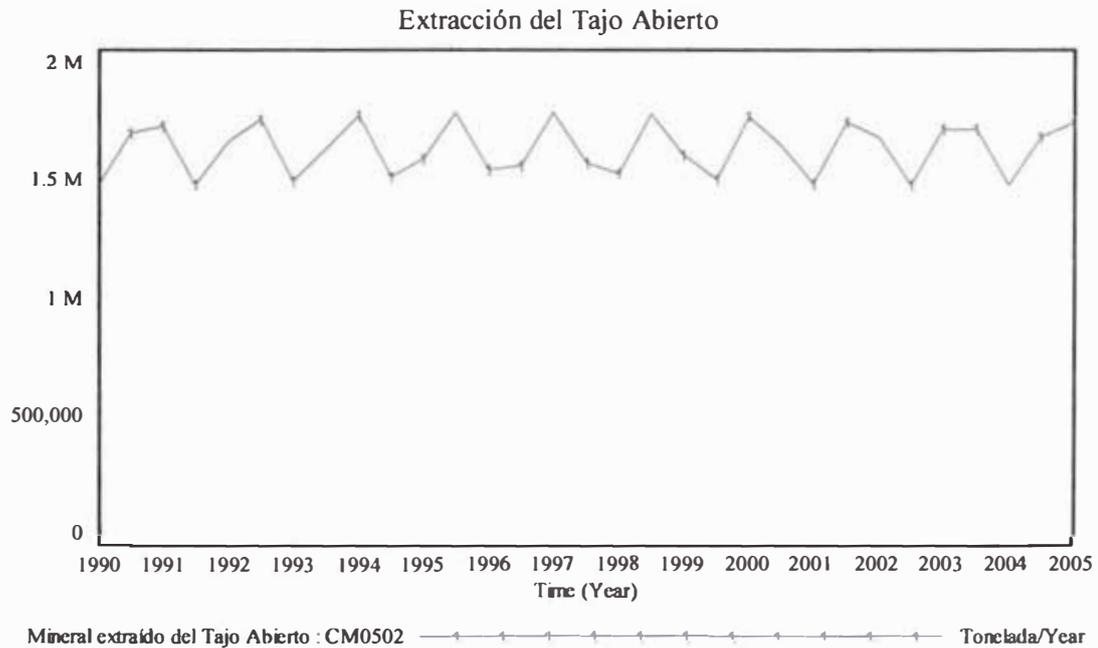
- En lo que concierne a la producción de cobre del agua acida bombeada de la mina y los stock piles de mineral, mediante la Planta³⁶ de EX-SW.

Figura 48 Extracción del Tajo Abierto.



Fuente Elab. Prop.

Figura 49 Ejecución del Modelo, Extracción del Tajo Abierto.



Fuente Resultados del Modelo del Mineral Extraído Tajo Abierto.

³⁶ Se paro la producción en 1995 por motivos de contaminación, la producción de cátodos de cobre fue cancelada indefinidamente por razones ambientales y económicas en Septiembre del 2001 VOLCAN(2002).

Figura 50 Extracción de la Mina Subterránea.



Fuente Elab. Prop.

Figura 51 Ejecución del Modelo, Extracción de la Mina Subterránea.



Fuente Resultados del Modelo del Mineral Extraído Mina Subterránea.

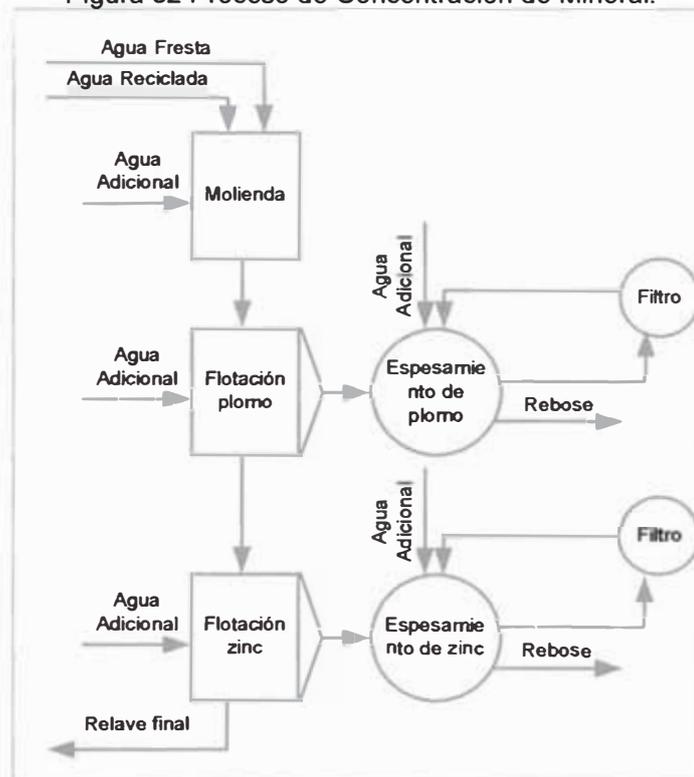
[VOLCAN(2005) y CENTROMIN(1996)] El proceso de concentrado cuenta con dos plantas la concentradora de Paragsha y San Expedito, siendo la más relevante la concentradora Paragsha. Las características de la planta de la concentradora Paragsha es:

- Inició sus operaciones en 1943 con una capacidad de tratamiento de 635t de mineral cobre, plomo y zinc.
- En 1963 se suspende el mineral de cobre y llegando a tratar 3900 TMS/día.

- En 1976 llegó a tratar 5534 TMS/día.
- En 1995 llegó a tratar 6100 TMS/día.
- En 1996 llegó a tratar 6700 TMS/día.
- En 2005 ampliación de 8500 a 9500 TMS/día.

La Planta de Expedito trata 220 TMS/día.

Figura 52 Proceso de Concentración de Mineral.



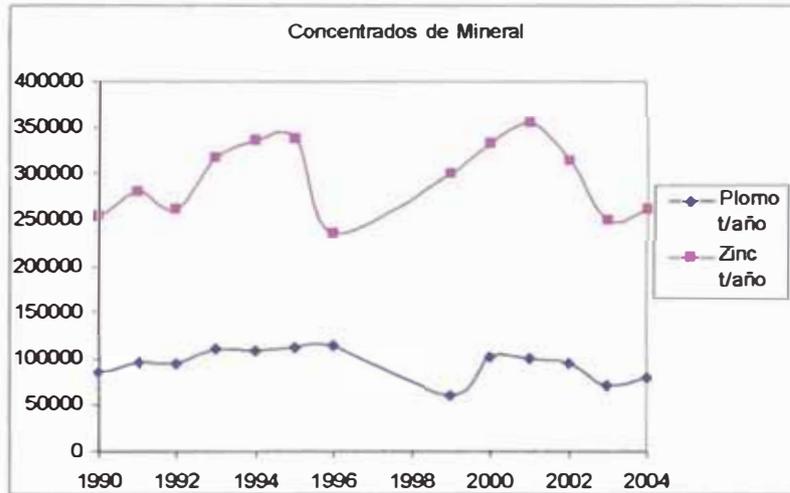
Fuente basado de MINEC(2003).

MINEC(2003) y CENTROMIN(1996) describen el proceso de Concentrado Consta de:

- Chancado, la finalidad es reducir el mineral a partículas pequeñas a través de una serie de equipos como alimentadores, chancadoras, cedazos vibratorios y fajas.
- Molienda, la finalidad es reducir el mineral para facilitar la liberación de los sulfuros valiosos en la siguiente etapa.
- Flotación, se tiene los circuitos de plomo y zinc respectivamente, donde se realizan la selección de sulfuros valiosos y esta selección se efectúa en las celdas de flotación, bajo la acción combinada de sustancias químicas.

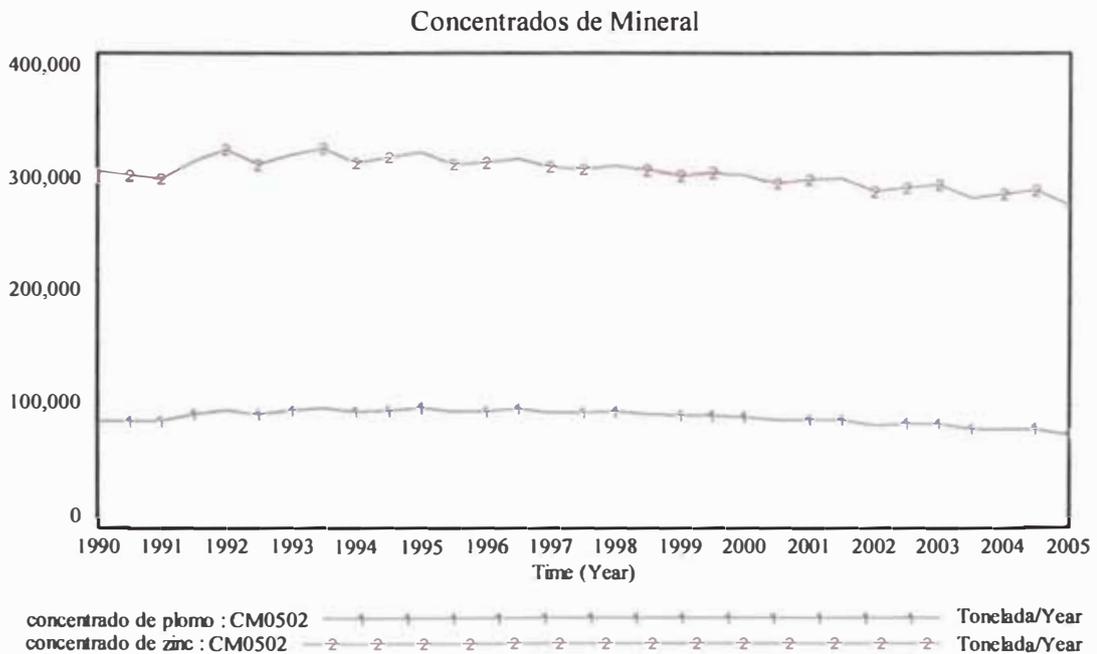
- Eliminación de Agua, en la planta para liberar los sulfuros valiosos se usa agua que facilita la acción, por esta razón se hace necesario eliminar y recuperar el agua que tienen los concentrados, estos se efectúan a través de los espesadores, filtros, bombas y fajas transportadoras.

Figura 53 Producción de Concentrados de Mineral.



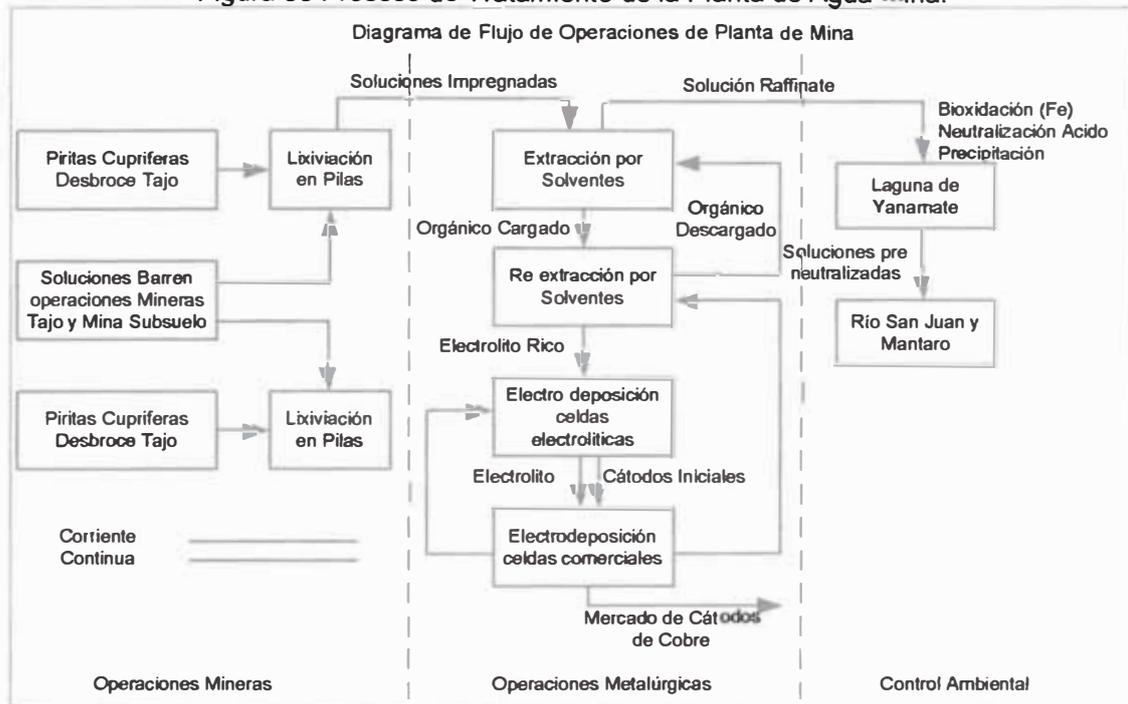
Fuente basado de MINEC(2003), CENTROMIN(1996), VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

Figura 54 Ejecución del Modelo, Concentrados de Mineral.



Fuente Resultados del Modelo de Concentrados.

Figura 55 Proceso de Tratamiento de la Planta de Agua Mina.



Fuente CENTROMIN(1996).

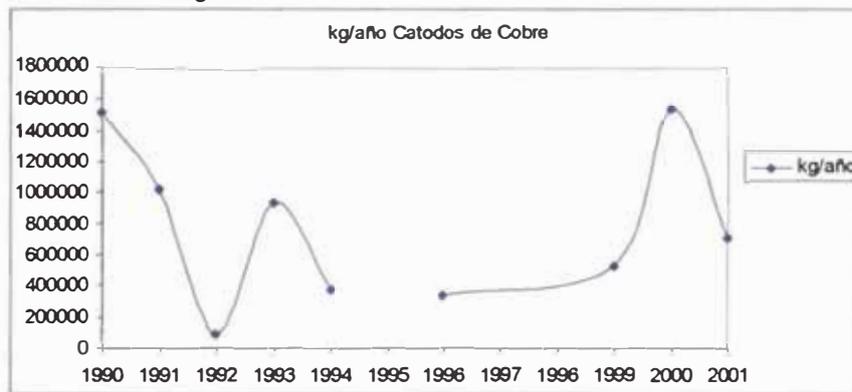
Según VOLCAN(2002) la planta de tratamiento de Agua de Mina fue paralizada el 2001 por motivos económicos ambientales esta planta recuperaba las filtraciones cobre, CENTROMIN(1996) describe las siguientes secciones:

- Lixiviación, es un sistema de drenaje de aguas de filtración se obtienen del interior de la mina y de la superficie de la mina, las soluciones lixiviantes principalmente están constituidas con altos contenidos de sólidos, la lixiviación del interior de la mina es llamado "Barren", estos se almacenan en represas para su uso.
- Sección extracción por Solventes (SX), consiste en dos drenes mezcladores sedimentadores, estos reactores se han elevado de acuerdo a la técnica de perfil bajo y el proceso continuo de extracción de líquido. Constan de multicompartimientos para lograr flujos ascendentes y descendentes de masa, menores alturas del sedimentado, menor consumo de energía y menores pérdidas del orgánico por atrapamiento. Cada tren tiene etapas de extracción, el propósito de SX es extraer cobre de soluciones diluidas (fase acuosa), procedentes de la sección de lixiviación en un líquido orgánico (fase orgánica),

después de la recuperación de cobre las soluciones acuosas (raffinate) se descarga por bombeo a la Laguna Yanamate.

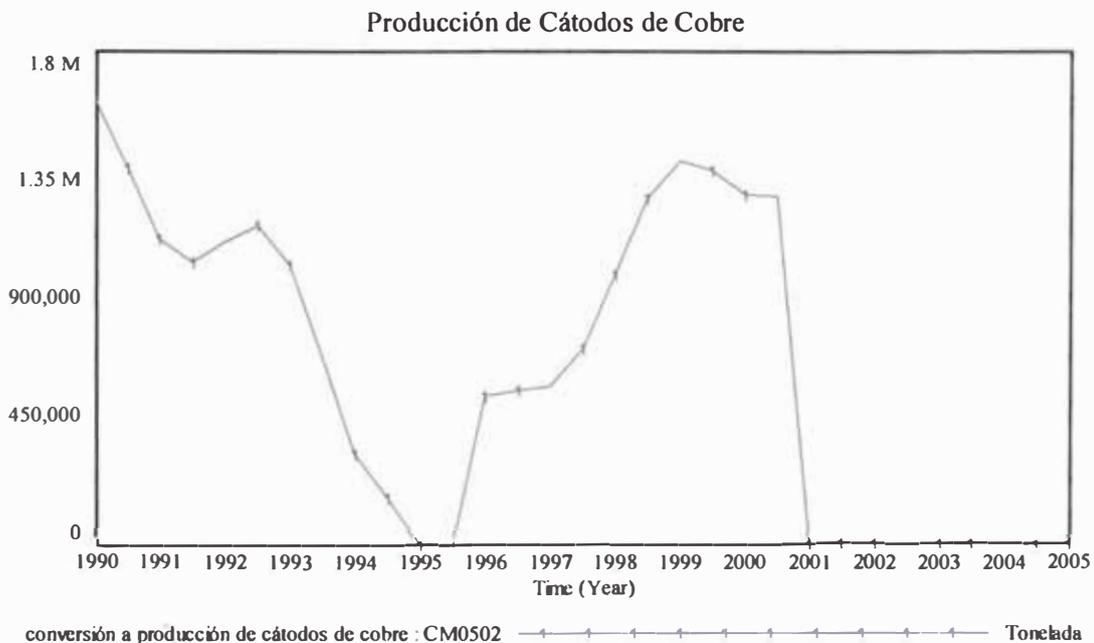
- Sección Electrodeposición (EW), las soluciones del proceso constituyen el electrolito cuyo flujo esta en circuito cerrado con SX, las soluciones ricas en cobre son decoperizadas en las celdas mediante la aplicación de corriente continua, en el ánodo se produce la descomposición del agua y en el cátodo la deposición electroquímica del cobre al estado sólido.

Figura 56 Producción de Cátodos de Cobre.



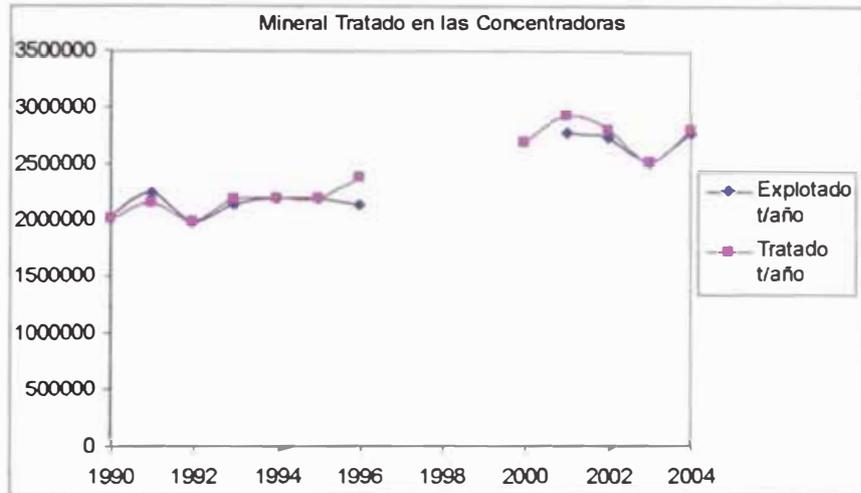
Fuente basado de MINEC(2003), CENTROMIN(1996) y VOLCAN(2002).

Figura 57 Ejecución del Modelo, Producción de Cátodos de Cobre.



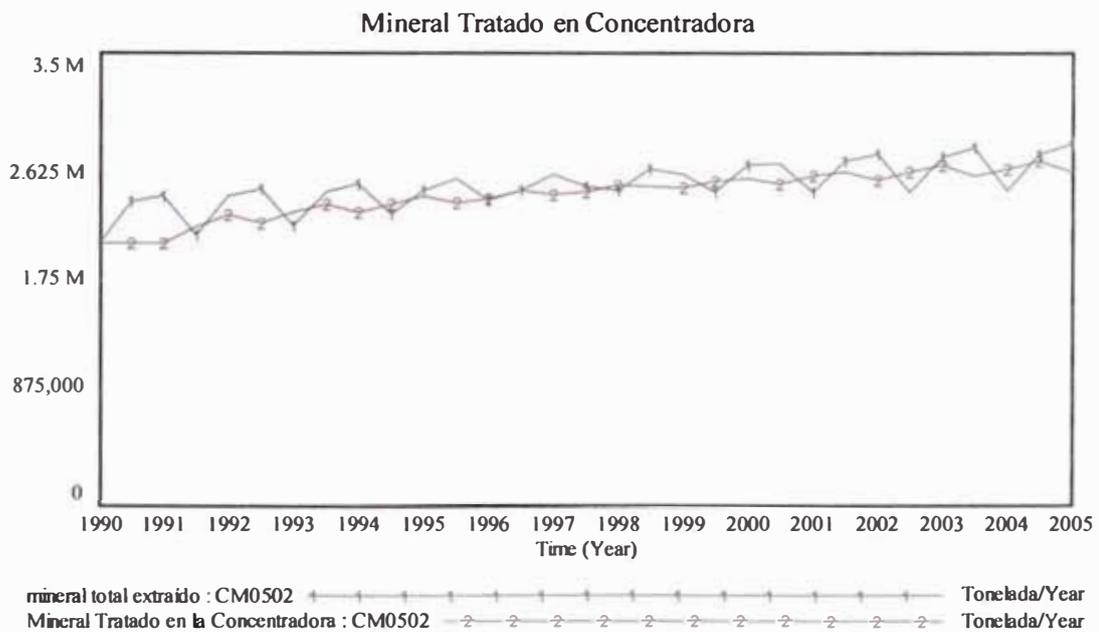
Fuente Resultados del Modelo de Cátodos de Cobre.

Figura 58 Mineral tratado en la Concentradora.



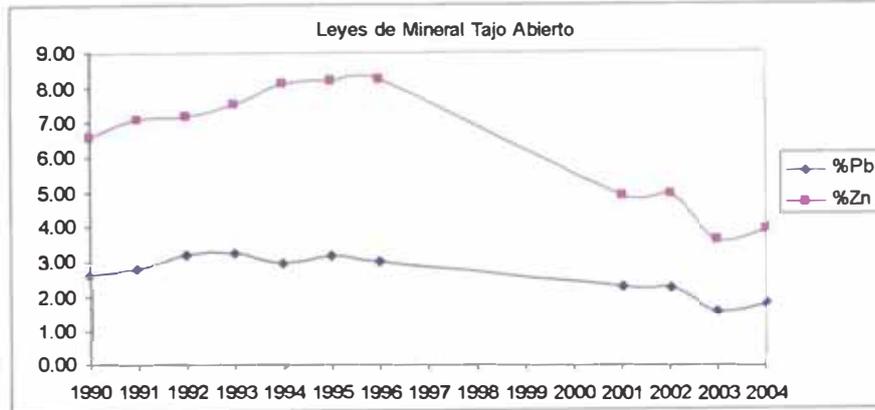
Fuente basado de MINEC(2003), CENTROMIN(1996), VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

Figura 59 Ejecución del Modelo, Mineral Tratado en Concentradora.



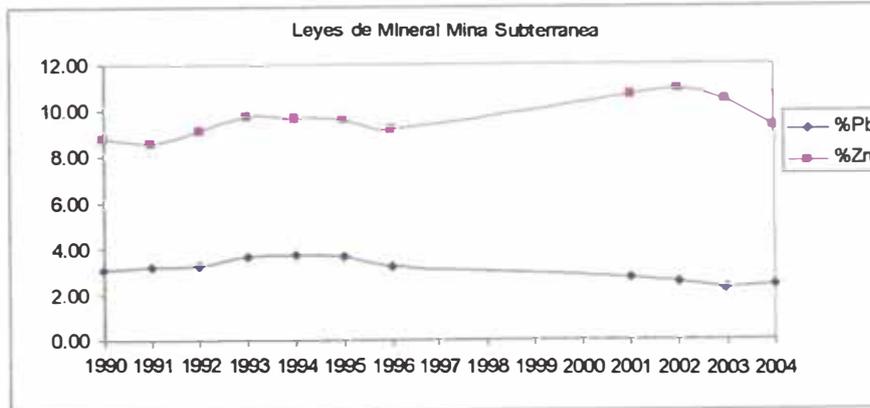
Fuente Resultados del Modelo del Mineral Extraído y Concentrados.

Figura 60 Leyes de Mineral del tajo Abierto.



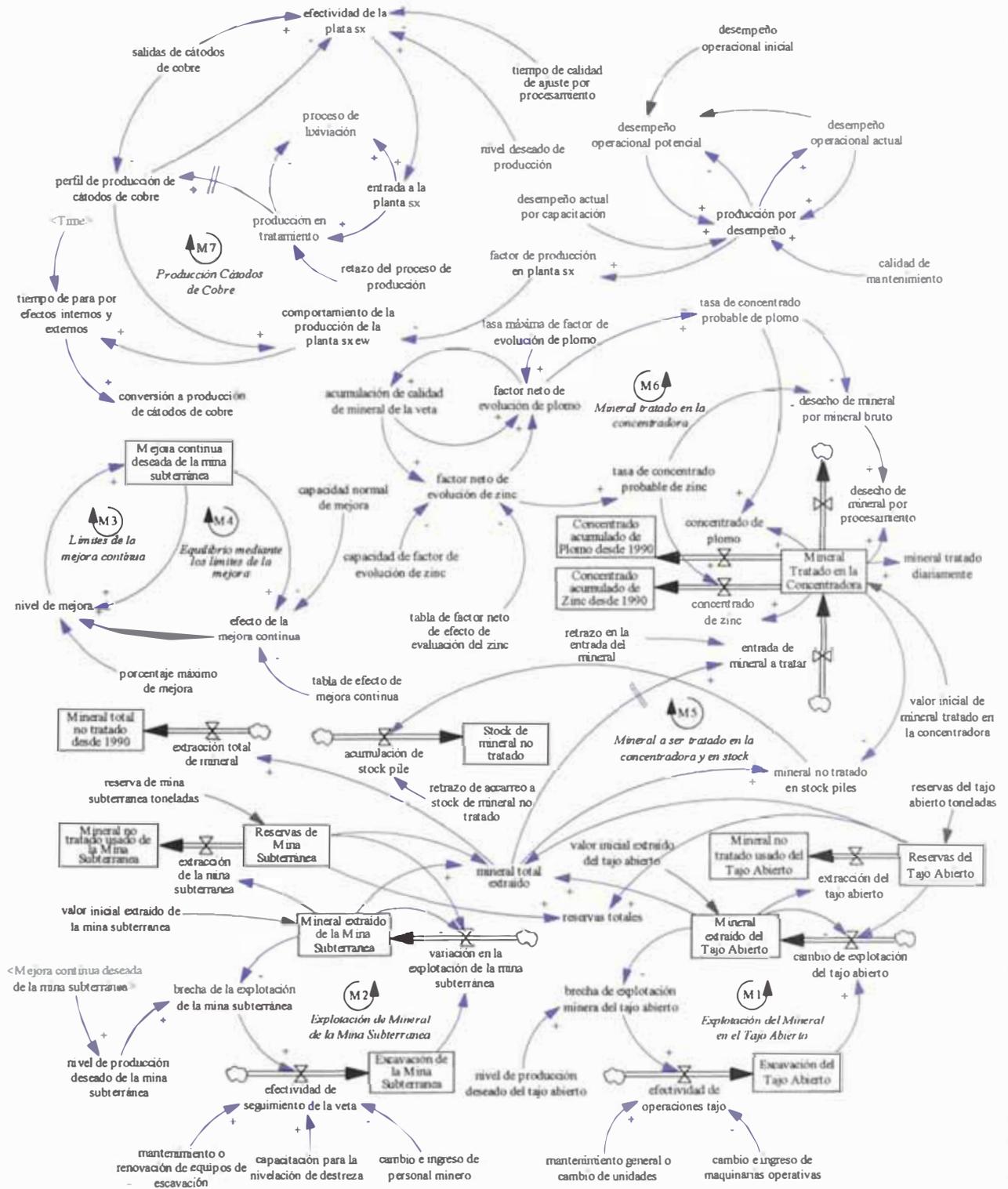
Fuente basado de MINEC(2003), CENTROMIN(1996), VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

Figura 61 Leyes de Mineral de la Mina Subterránea.



Fuente basado de MINEC(2003), CENTROMIN(1996), VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

Figura 62 Vista del Modelo, Minería.



Fuente Elab. Prop.

Explotación del Mineral de la Mina Subterránea (Lazo M2) tiene un comportamiento oscilatorio por la variación en la explotación de la mina subterránea, la Excavación de la Mina Subterránea varía según la efectividad de seguimiento de la veta que incumbe el mantenimiento o renovación de equipos de excavación, capacitación para la nivelación de destreza mediante capacitación al personal, cambio e ingreso de personal minero y todo de acuerdo a las políticas del nivel de producción deseado de la mina subterránea.

Explotación de Mineral en el Tajo Abierto (Lazo M1), este proceso es similar al anterior. Consta de la oscilación del cambio de explotación del tajo abierto, que es influenciado de la Excavación del Tajo Abierto mediante la efectividad de operaciones tajo este es causado por el mantenimiento general o cambio de unidades y en todo caso con el cambio e ingreso de unidades operativas estas políticas se alinean según el nivel de producción deseado del tajo abierto.

Límites de la mejora continua (Lazo M3), este influye al Equilibrio mediante los límites de la mejora (lazo M4), el lazo M3 define un nivel de mejora deseado con los límites del porcentaje máximo de mejora destacando en la Mejora continua deseada de la mina subterránea. Esto influye directamente al Lazo M2.

Equilibrio mediante los límites de la mejora (Lazo M4) este ciclo virtuoso que nivela la Mejora continua deseada de la mina subterránea, mediante un nivel de mejora que es la capacidad normal de mejora que subyace al efecto de la mejora continua.

Mineral a ser tratado en la concentradora y en stock (Lazo M5), el mineral total extraído recibe mineral a ser tratado del Mineral extraído de la mina subterránea y Mineral extraído del Tajo Abierto, esta con un retraso en la entrada de mineral en el tiempo es la entrada de mineral a tratar de la concentradora; la diferencia de estos es la

acumulación de *mineral no tratado en stock piles* que se guarda como reservas de mineral para imprevistos.

Mineral tratado en la concentradora (Lazo M6) consta básicamente del *Mineral Tratado en la Concentradora*, el *concentrado de plomo* y el *concentrado de zinc*. El proceso de concentrado que se realiza con la *tasa máxima de factor de evolución de plomo* que influencia al *factor neto de evolución de plomo* y a su vez a la *tasa de concentrado probable de plomo*. El proceso de zinc por razón de la *capacidad de factor de evolución de zinc* restringe valores al *factor neto de evolución de zinc*. La *acumulación de calidad de mineral de la veta* regula al *factor neto de evolución del plomo* así que después del proceso del plomo continua con el *factor neto de evolución de zinc* y esto a su vez a la *tasa de concentrado probable de plomo* y a la *tasa de concentrado probable de zinc*. Estos determinan el *concentrado de plomo* y *concentrado de zinc* producto de la concentradora y también al *desecho de mineral por procesamiento*.

Producción de Cátodos de Cobre (Lazo M7) es mediante los procesos de tratamiento de cobre que es posterior del *proceso de lixiviación* y del *factor de producción en planta sx*, estos influyen en el *comportamiento de la producción de la planta sx-ew*. Se restringen los lapsos de *tiempo de para por efectos internos y externos*, finalizando en la *conversión a producción de cátodos de cobre* para el mercado.

2.1.3 Medioambiental

Tenemos el consolidado de datos según lo obtenido en los años 1996, 2002 y 2003 respecto a los datos de monitoreo de agua, mientras que del monitoreo de aire tenemos del 2003. Respecto al monitoreo de agua en el año 1996 se obtuvo los datos de los meses de abril, mayo y junio, mientras que en el 2002 y 2003 tenemos de muestras de todos los meses, en base de los datos del 2002 y 2003, aproximamos los datos de los meses que faltaban en el año 1996.

En lo referente al medio ambiente se tienen datos dispersos, en la que se tiene datos de resultados de:

- **Monitoreos de Agua.**
 - Residuos Sólidos.
 - Residuos Fecales.
 - ph.
 - SST (sólidos suspendidos).
 - Plomo.
 - Hierro.
 - Cobre.
 - Zinc.
 - Arsénico.
 - Cianuro.
- **Monitoreos de Aire.**
 - Partículas totales en suspensión.
 - Plomo.
 - Arsénico.

2.1.3.1 Monitoreo de Agua

Los puntos de monitoreo del agua están en la Tabla 13.

Tabla 13 Puntos de Monitoreo de Agua.

Código	Descripción	Detalle
201	Nombre	Agua Industrial Huicra
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 820.385/E- 360 548.410
202	Descripción de la Ubicación	El punto de referencia se encuentra en el reservorio de Paragsha, en la descarga de la tubería Huicra.
	Nombre	Agua Industrial de Paragsha
203	Coordenadas U.T.M.	N- 8 819 991.877/E-361 251.149
	Descripción de la Ubicación	Esta ubicado en la parte superior de la construcción Civil al frente del portón de las oficinas generales. Las aguas salen por una alcantarilla hacia un canal, donde se unen con las aguas servidas de la población de Paragsha.
210	Nombre	Efluente de la Planta Neutralizadora
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 819 146/ E- 360 886.6
211	Descripción de la Ubicación	Esta ubicado en la estación de bombeo de Garacalón y vierte al canal de concreto que transporta las aguas industriales de la concentradora y servidas del distrito de Yanacancha y Paragsha.
	Nombre	Agua Acida Yanamate
212	Coordenadas U.T.M.	N- 8 816 211.121/ E- 362 649.019
	Descripción de la Ubicación	Este punto se ubica en la descarga al depósito de Yanamate
213	Nombre	Salida Depósito Quiulacocha
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 817 305.364/ E- 359 144.785
214	Descripción de la Ubicación	Este punto se ubica a 100 m aguas debajo de la descarga del depósito de Quiulacocha.
	Nombre	Salida Depósito Ocroyoc.
215	Coordenadas U.T.M.	N- 8 817 323.376/ E- 357 717.596
	Descripción de la Ubicación	Este punto se ubica en el canal de descarga de este depósito, en el vertedero existente.
216	Nombre	Río San Juan, Antes del Efluente Cerro de Pasco
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 816 700.963/ E- 356 121.337
217	Descripción de la Ubicación	Este punto está ubicado frente a la bomba N°4 de la estación de bombeo de Yurajhuanca.
	Nombre	Río San Juan, Después de la Unión con el afluente Cerro de Pasco
218	Coordenadas U.T.M.	N- 8 816 214.821/ E- 356 318.582
	Descripción de la Ubicación	El punto está ubicado a 2.5 Km. de la altura del Puente Los Ángeles.
219	Nombre	Efluente total Cerro de Pasco
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 817 214.821/ E- 367 122.315
220	Descripción de la Ubicación	Punto ubicado al lado del puente de Yurajhuanca, antes de la unión con el río San Juan.
	Nombre	Aguas Servidas del Distrito de Yanacancha
301	Coordenadas U.T.M.	N- 8 820 864.608/ E- 362 064.494
	Descripción de la Ubicación	Punto ubicado frente del portón de Rumiallana. Las aguas servidas de Yanacancha y San Juan Pampa se mezclan con una pequeña cantidad que proviene de J.C. Mariátegui.
302	Nombre	Stock Pile Rumiallana
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 821 945.353/ E- 362 135.256
303	Descripción de la Ubicación	Se encuentra en la parte norte y final del echadero de desmonte Rumiallana, al pie de la carretera a Tingopalca. Las aguas ácidas salen por filtración de la parte baja, donde también se están depositando los residuos sólidos de toda la ciudad.
	Nombre	Unión Stock Pile y Aguas Servidas del Distrito e Yanacancha
304	Coordenadas U.T.M.	N- 8 882 948.529/ E- 361 923.506
	Descripción de la Ubicación	Está ubicado a 600 m., del pie del Stock pile Rumiallana, en el primer desarrollo negativo de la carretera a Tingopalca. Es una mezcla de las aguas filtrantes de Rumiallana con las aguas servidas de punto 301.

Elaborado en base a CENTROMIN(1996) y MINEC(2003).

De acuerdo a MINEC(2003) la captación de agua consta del bombeo de aguas del río San Juan (Yurajhuanca), se utiliza 80% como agua potable y 20% se utiliza como industrial, el agua del consumo humano se envía a los tanques de Paragsha y Uliachín donde se efectúa el filtrado y cloración, el subsistema secundario de distribución de agua destinado a fines de uso domestico así como el sistema de alcantarillado, ha sido transferido, en el año 1998 de dominio de CENTROMIN Perú a la Empresa EMAPA Pasco³⁷, la distribución del agua proveniente del río San Juan es.

- Tanque de Uliachin, abastece a Bellavista, Esperanza, Buenos Aires, Chaupimarca y Uliachín.
- Tanque de Paragsha (abastece a Mariátegui, San Andrés, Miraflores, Cureña, y Ayapoto), de este se también se bombea a dos tanques a San Juan (abastece a Yanacancha y Columna Pasco) y Huancapucro (Chaupimarca, Chaquicocha y Pueblos Jóvenes).

En el área de San Juan Pampa relata Díaz y otros(2003) se esta abasteciendo adicionalmente del reciente sistema de agua del distrito de Yanacancha que se abastece del agua subterránea de la quebrada de Pucayacu. La distribución del sistema de agua de la ciudad es de acuerdo a la Figura 63 y los puntos de monitoreo del agua es conforme a la Tabla 13.

La calidad del agua de acuerdo a estudios realizados por el instituto Central de Investigación UNDAC, el agua que se consume en Cerro de Pasco no es de buena calidad. Resultados análisis microbiológicos del agua de consumo doméstico de las zonas de Paragsha, La Esperanza y Chaupimarca, indican contaminación microbiana diversa, las muestras mas contaminadas fueron ubicadas en la zona de Chaupimarca. La relación directa con muestras de Agua del río San Juan, tomada a

³⁷ Convenio de 19 de Julio de 1996.

3km de la laguna Alcacocha esta tiene filtraciones de aguas servidas, propone un tratamiento previo de ablandación o tratamiento físico y químico.

El sistema presenta pérdida de agua por filtraciones de las tuberías que se encuentran en mal estado. En algunos lugares se tienen pocas horas del servicio de agua durante el día, las familias sin cobertura se abastecen de agua proveniente de pilón, de la provisión de vecinos, de posos de agua, y de agua proveniente de las precipitaciones (lluvias).

Figura 63 Ubicación del Monitoreo de Agua.

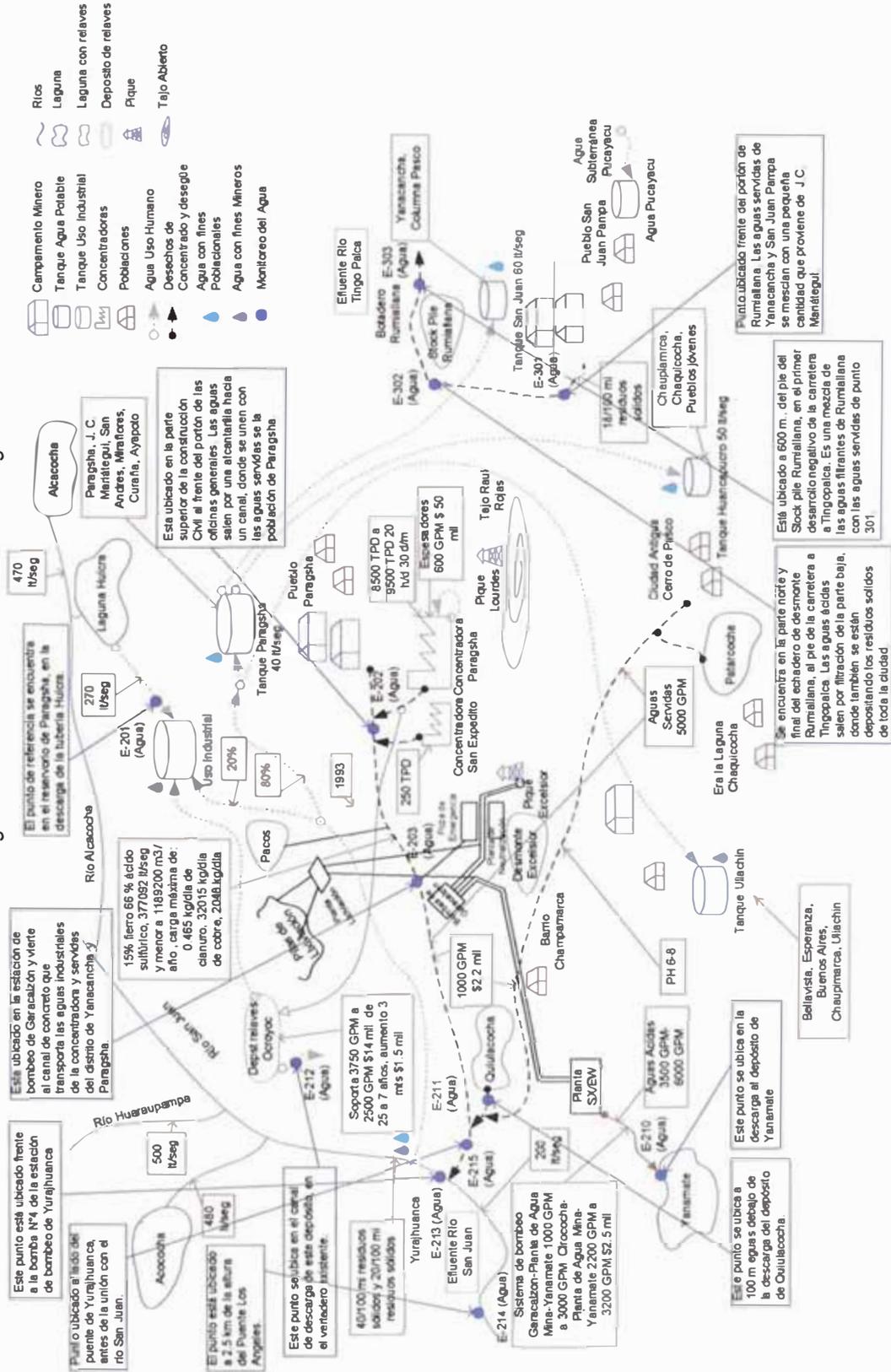
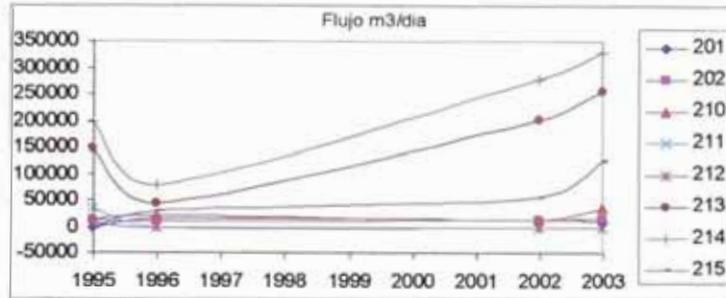


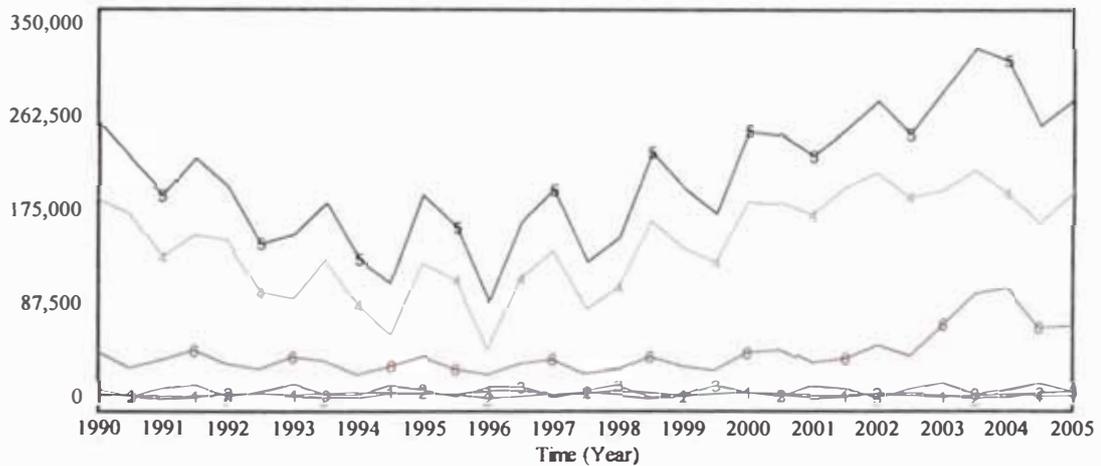
Figura 64 Monitoreo de Flujo de Agua (efluente Río San Juan).



Fuente basado de MINEC(2003), CENTROMIN(1996), VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

Figura 65 Ejecución del Modelo, Monitoreo de Flujo de Agua (efluente de Agua).

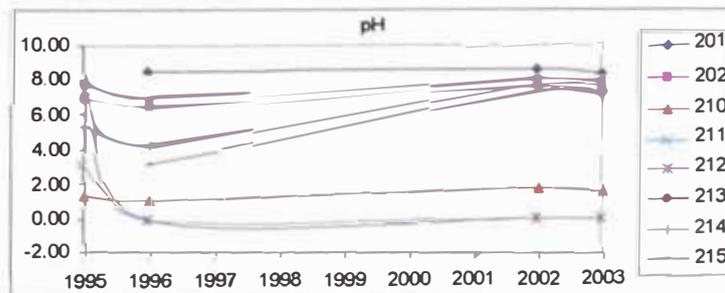
Monitoreo de Flujo de Agua (efluente San Juan)



- "pto 201 agua: industrial huicra" : CM0502 m3/dia
- "pto 202 agua: efluente agua industrial paragsha" : CM0502 m3/dia
- "pto 210 agua: efluente agua ácida yanamate" : CM0502 m3/dia
- "pto 213 agua: rio san juan antes del afluente" : CM0502 m3/dia
- "pto 214 agua: rio san juan des pués del efluente" : CM0502 m3/dia
- "pto 215 agua: efluente total de cerro de pasco" : CM0502 m3/dia

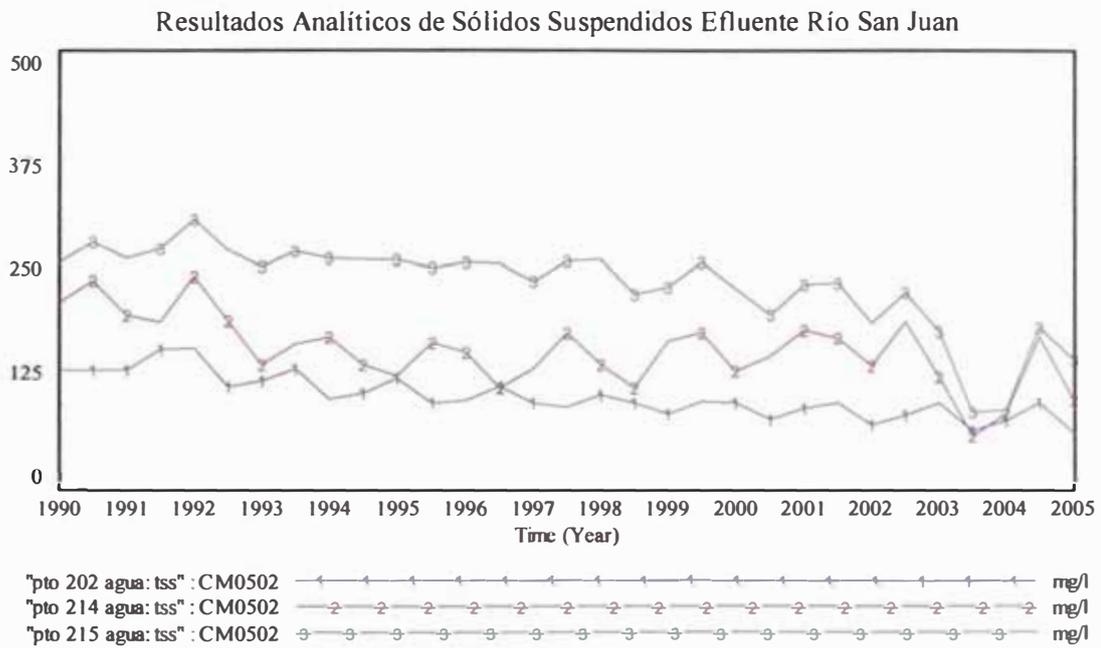
Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Efluentes Río San Juan.

Figura 66 Resultados analíticos de Ph (efluente Río San Juan).



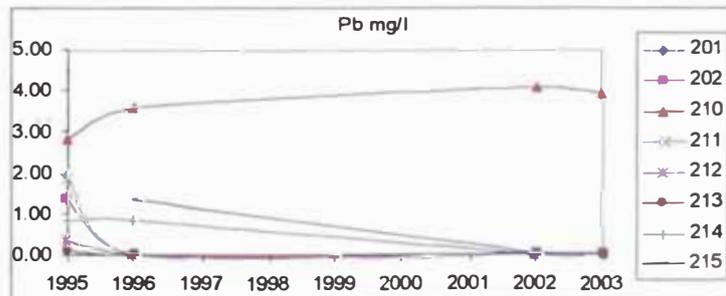
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

Figura 69 Ejecución del Modelo, Resultados Analíticos de Sólidos Suspendidos (efluente Río San Juan).



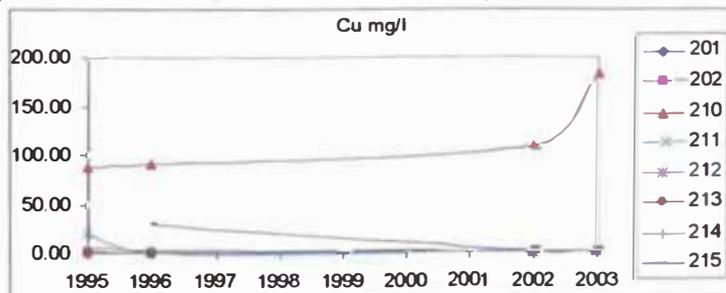
Fuente Resultados del Modelo de Sólidos Suspendidos Efluente Río San Juan.

Figura 70 Resultados analíticos de Plomo (efluente Río San Juan).



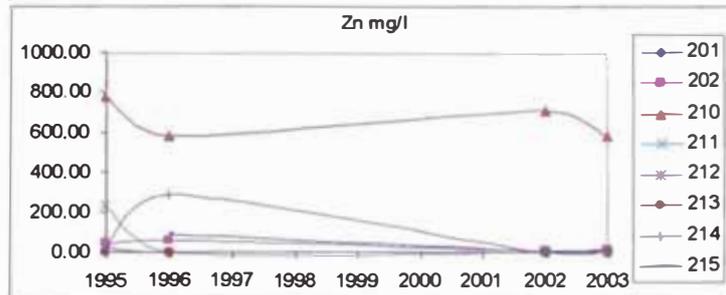
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

Figura 71 Resultados analíticos de Cobre (efluente Río San Juan).



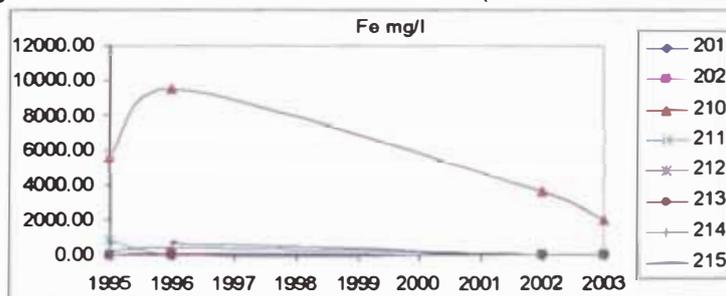
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

Figura 72 Resultados analíticos de Zinc (efluente Río San Juan).



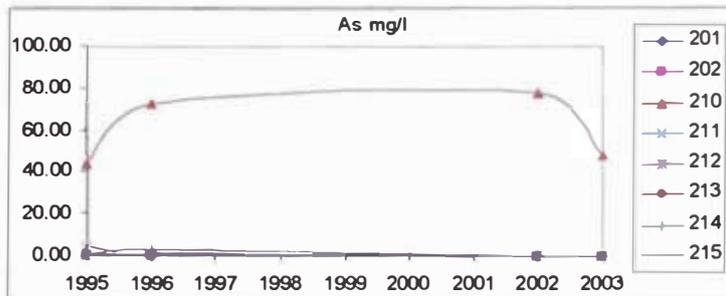
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

Figura 73 Resultados analíticos de Hierro (efluente Río San Juan).



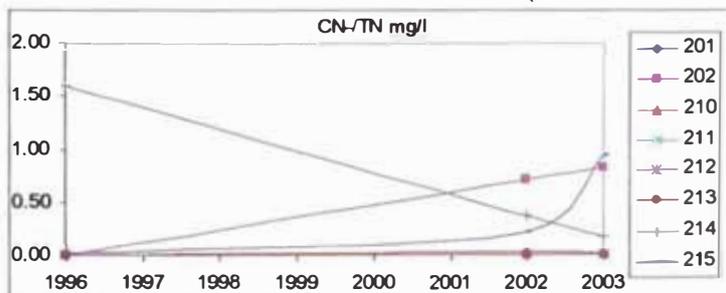
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

Figura 74 Resultados analíticos de Arsénico (efluente Río San Juan).



Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

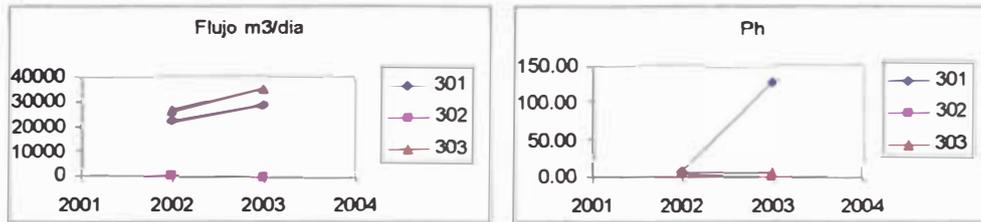
Figura 75 Resultados analíticos de Cianuro Total (efluente Río San Juan).



Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

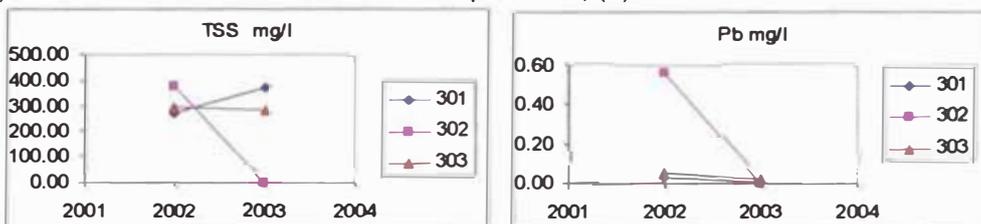
Figura 76 Análisis de Agua (a),(b),(c),(d),(e),(f),(g),(h) y (i) del efluente Rio Tingo Palca.

(a) Monitoreo de Flujo de Agua, (b) Resultados analíticos de Ph



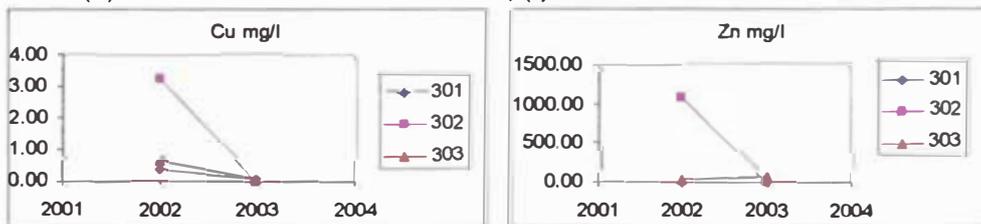
Fuente basado de MINEC(2003)y CENTROMIN(1996).

(c) Resultados analíticos de Sólidos Suspendidos, (d) Resultados analíticos de Plomo



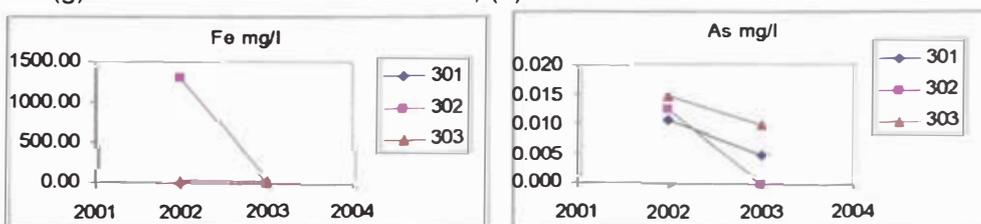
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

(e) Resultados analíticos de Cobre, (f) Resultados analíticos de Zinc



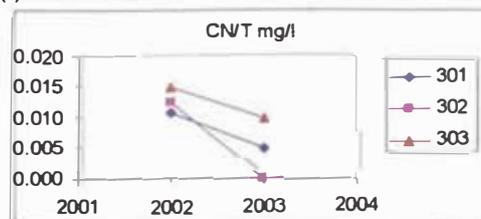
Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

(g) Resultados analíticos de Hierro, (h) Resultados analíticos de Arsénico



Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

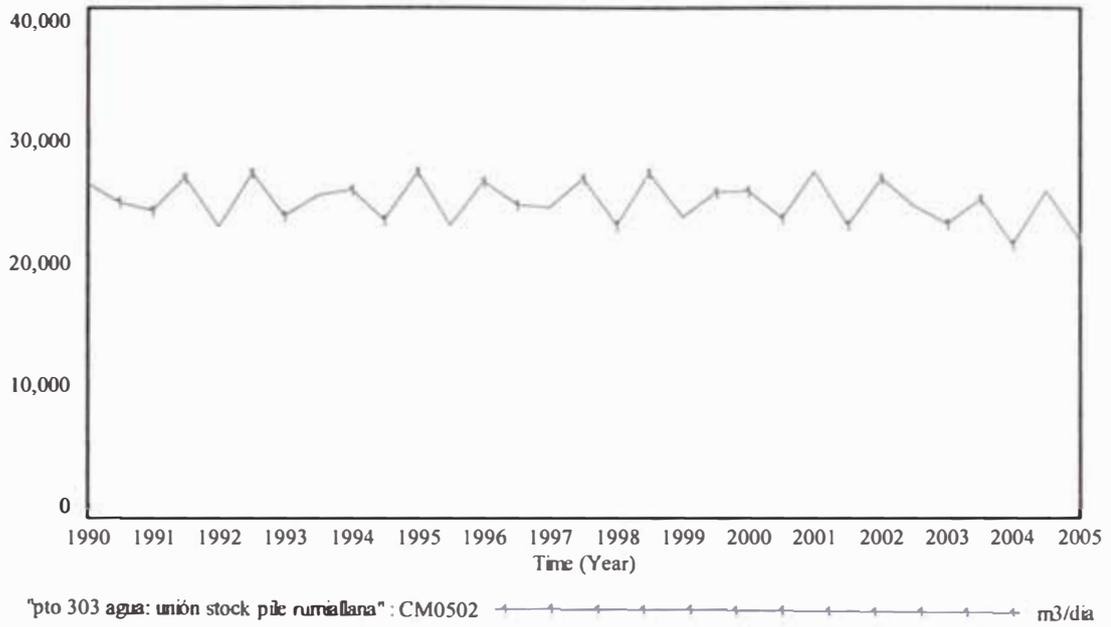
(i) Resultados analíticos de Cianuro Total



Fuente basado de MINEC(2003) y CENTROMIN(1996).

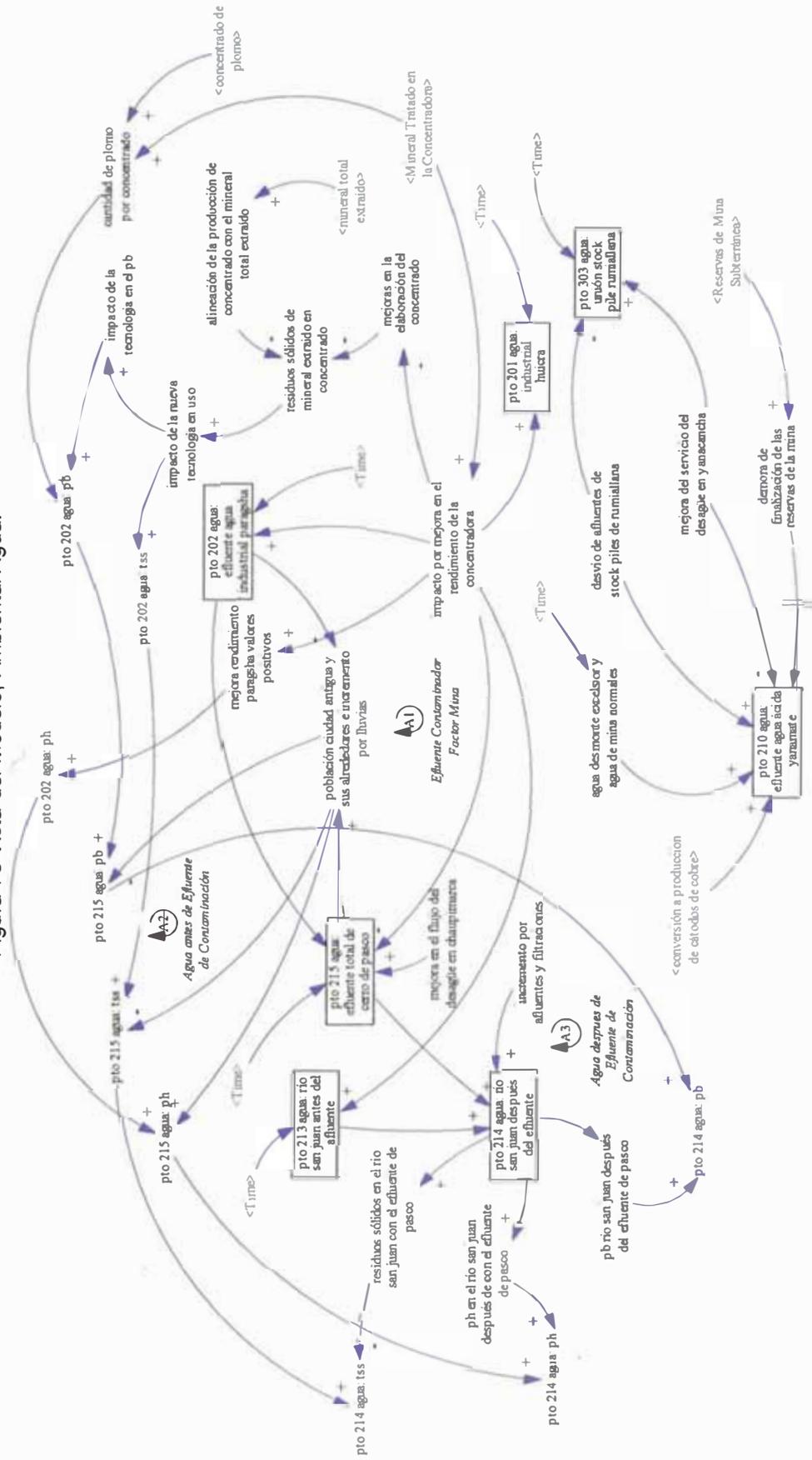
Figura 77 Ejecución del Modelo, Monitoreo de Flujo de Agua (efluente Río Tingo Palca).

Monitoreo de Flujo de Agua Efluente Río Tingo



Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Efluentes Río Tingo.

Figura 78 Vista del Modelo, Ambiental Agua.



Fuente Eiab. Prop.

Efluente Contaminador Factor Mina (Lazo A1) el impacto por mejora en el rendimiento de la concentradora que es influenciada por las medidas ambientales de la concentradora de la Minera mediante el Mineral Tratado en la Concentradora e indirectamente del mineral extraído del mineral total extraído. El Lazo A1 incumbe directamente al punto 202 agua: efluente agua industrial paragsha y consecuentemente al punto 215 agua: efluente total del cerro de pasco. El lazo A1 se constituye en un fuente contaminador del Río San Juan que es fuente del Lago Chinchicocha.

Agua antes del Efluente de Contaminación (Lazo A2) incumbe una aproximación al comportamiento del plomo (pb), sólidos suspensivos (tss) y del ph de los puntos del punto 215 agua: efluente total de cerro de pasco y el punto 202 agua: efluente agua industrial paragsha por ser estos mas representativos.

Respecto al punto 202 agua: efluente agua industrial paragsha el punto 202 agua: pb es influenciada por la cantidad de plomo por concentrado e impacto de la tecnología en el pb. El punto 202 agua: tss es influido por el impacto de la nueva tecnología en uso. El punto 202 agua: ph es influjo de la mejora rendimiento paragsha valores positivos y este del impacto por mejora en el rendimiento de la concentradora.

Respecto al punto 215 agua: efluente total de cerro de pasco capta del punto 202 agua: efluente agua industrial paragsha y del desagüe de Chaupimarca que tiene una mejora en el flujo del desagüe en chaupimarca lo que incumbe a la simulación del monitoreo al punto 215 agua: pb relativamente el pb se dispersa con respecto al punto 202 agua: pb. El punto 215 agua: tss recibe los efluentes del punto 202 agua: tss que relativamente dispersa el tss y influenciada por el factor de población ciudad antigua y sus alrededores e incremento por lluvias. El punto 215 agua: ph recibe del punto 202

agua: *ph* y afectada por el factor *población ciudad antigua y sus alrededores e incremento por lluvias*.

Agua después de Efluente de Contaminación (Lazo A3) el punto 214: río san juan después del efluente que tiene un incremento por afluentes y filtración. El monitoreo del punto 214 agua: pb se dispersa el pb con respecto al punto 215: pb. El punto 214 agua: ph que recibe caudal del punto 215 agua: ph y de lo calculado del ph en el río san juan después del efluente de pasco. Respecto a los sólidos suspendidos el punto 214 agua: tss se dispersa con respecto del punto 215 agua: tss a esto impacta al igual que los residuos sólidos en el río san juan con el efluente de pasco.

2.1.3.2 Monitoreo de Aire

Los puntos de monitoreo de aire están en la Tabla 14.

Tabla 14 Puntos de Monitoreo de Aire.

Código	Descripción	Detalle
201	Nombre	Sector Paragsha
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 820 350/ E- 361 557
202	Descripción de la Ubicación	Esta ubicado por la salida de la carretera a Yanahuanca. En el Colegio San Andrés.
	Nombre	Campamento Esperanza
203	Coordenadas U.T.M.	N- 8 818 750/ E- 362 352
	Descripción de la Ubicación	Este punto está ubicado en la entrada principal del Colegio Ricardo Palma.
204	Nombre	Sector Champamarca
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 819 128/ E- 362 842
205	Descripción de la Ubicación	Al lado de la puerta de ingreso del antiguo Centro Educativo de Champamarca.
	Nombre	Ciudad Antigua Cerro de Pasco
206	Coordenadas U.T.M.	N- 8 819 128/ E- 362 842
	Descripción de la Ubicación	Ubicado en la parte alta del edificio del Colegio Nacional Industrial.
205	Nombre	Ciudad San Juan Pampa parte alta
	Coordenadas U.T.M.	N- 8 821 432/ E- 362 901
206	Descripción de la Ubicación	Ubicado en la entrada principal del Colegio María Parado de Bellido
	Nombre	Sector 1° de Mayo San Juan Pampa
206	Coordenadas U.T.M.	N- 8 820 711/ E-362 778
	Descripción de la Ubicación	Ubicado al noreste del Pabellón N° 42

Elaborado en base a CENTROMIN(1996) y MINEC(2003).

Los efectos de contaminación primaria de aire esta relacionado con la Minera, de acuerdo con CONAM(2005) y también de Díaz y otros(2003) la contaminación en Áreas de Explotación Minera es como sigue:

- Pique central, oficina de minas, edificio de vestuarios. Polvo producido por la planta concentradora y por vehículos que transitan.
- Oficinas generales talleres de mantenimiento de los equipos pesados, mecánica de palas, carpintera, eléctrico de tajo. Polvo producido por el paso de vehículos que transitan por la carretera.
- Túnel de caseta de control de equipo pesado, rampa hasta la boca de mina de la zona. Polvo producido por el paso de vehículos pesados.

Los efectos de contaminación secundaria se percibieron lo siguiente:

- Automóviles de uso particular y vehículos de transporte público.
- En el interior y en los alrededores de la Empresa Minera, transitan vehículos, principalmente volquetes y camiones pesados que transportan el material de la mina subterránea y del tajo abierto. También transitan camiones y trenes encargados de transportar los concentrados fuera de la planta para su posterior tratamiento.
- Otras actividades fueron las carpinterías, pollerías, bloqueterias, saunas, calderos, panaderías y grifos.

Los impacto expuestos en CONAM(2005) es de diversos estudios como el de DIGESA evaluó a 350 niños encontrando 14.9 ug/dl (microgramos por decilitro de sangre) valor por encima de lo referido por la OMS que es de 10 ug/dl. El Centro de Cultura Popular LABOR Pasco, en el mes de julio de 2003, hizo público los resultados del estudio en las poblaciones expuestas a emisiones de plomo, se efectuó a adultos y niños de Paragsha y Champamarca (Cerro de Pasco), Huayllay (en la provincia de Cerro de Pasco) y en Yauli en La Oroya. Los resultados mencionan que 25 niños registran plomo en sus organismo de 12 a 24 ug/dl. De la misma manera 100 adultos (complementa el universo del estudio), registran índices

Los efectos de contaminación primaria de aire esta relacionado con la Minera, de acuerdo con CONAM(2005) y también de Díaz y otros(2003) la contaminación en Áreas de Explotación Minera es como sigue:

- Pique central, oficina de minas, edificio de vestuarios. Polvo producido por la planta concentradora y por vehículos que transitan.
- Oficinas generales talleres de mantenimiento de los equipos pesados, mecánica de palas, carpintera, eléctrico de tajo. Polvo producido por el paso de vehiculos que transitan por la carretera.
- Túnel de caseta de control de equipo pesado, rampa hasta la boca de mina de la zona. Polvo producido por el paso de vehículos pesados.

Los efectos de contaminación secundaria se percibieron lo siguiente:

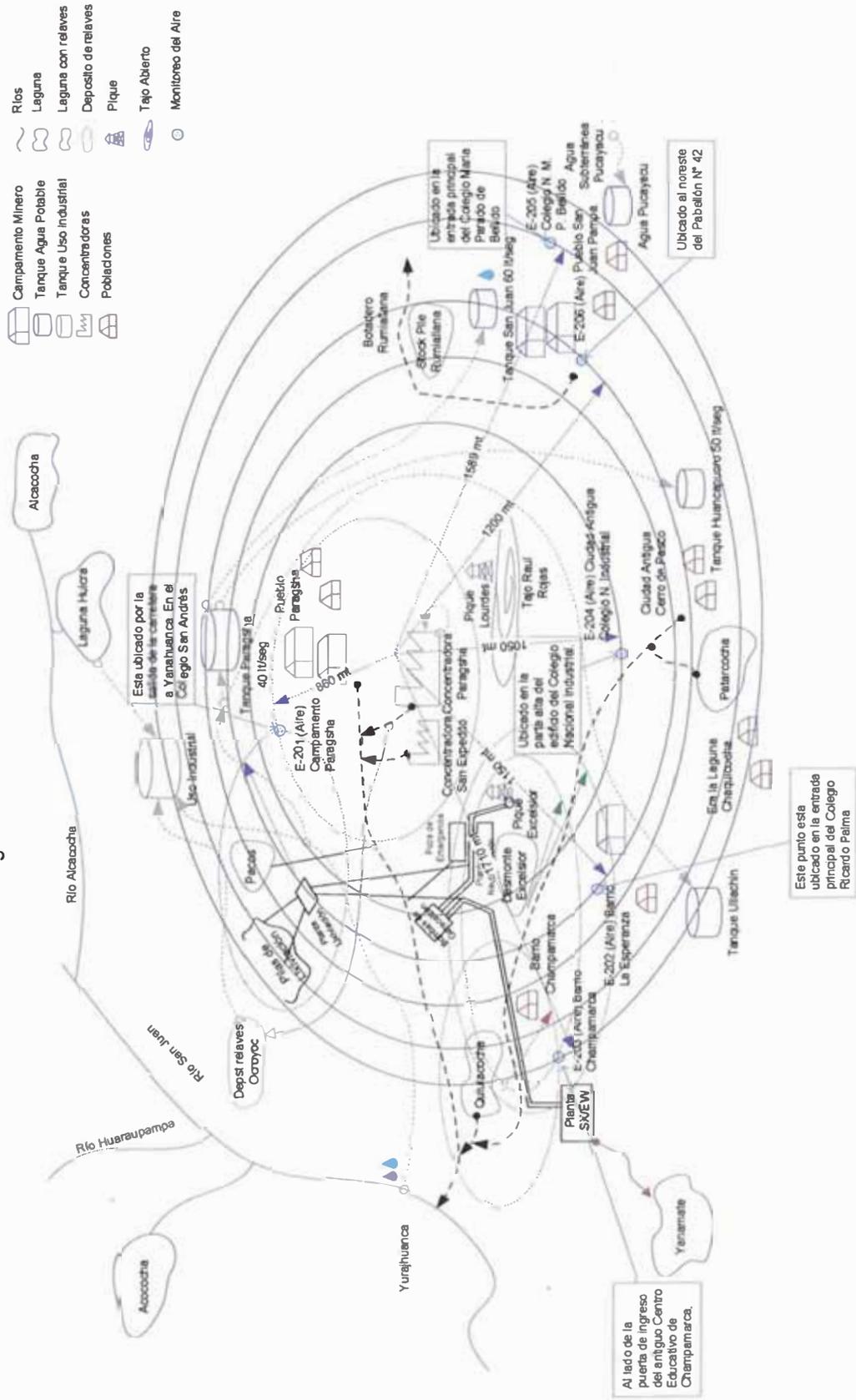
- Automóviles de uso particular y vehículos de transporte público.
- En el interior y en los alrededores de la Empresa Minera, transitan vehículos, principalmente volquetes y camiones pesados que transportan el material de la mina subterránea y del tajo abierto. También transitan camiones y trenes encargados de transportar los concentrados fuera de la planta para su posterior tratamiento.
- Otras actividades fueron las carpinterías, pollerías, bloqueterias, saunas, calderos, panaderías y grifos.

Los impacto expuestos en CONAM(2005) es de diversos estudios como el de DIGESA evaluó a 350 niños encontrando 14.9 ug/dl (microgramos por decilitro de sangre) valor por encima de lo referido por la OMS que es de 10 ug/dl. El Centro de Cultura Popular LABOR Pasco, en el mes de julio de 2003, hizo público los resultados del estudio en las poblaciones expuestas a emisiones de plomo, se efectuó a adultos y niños de Paragsha y Champamarca (Cerro de Pasco), Huayllay (en la provincia de Cerro de Pasco) y en Yauli en La Oroya. Los resultados mencionan que 25 niños registran plomo en sus organismo de 12 a 24 ug/dl. De la misma manera 100 adultos (complementa el universo del estudio), registran índices

iguales y superiores a 20 ug/dl. En relación con los exámenes realizados a ocho niños menores de doce años de ambos sexos, seis con elevado nivel de plomo y tres adolescentes sobrepasas los límites máximos permisibles, en el 2003 especialmente han mostrado valores medios sobre la prevalencia de enfermedades respiratorias: faringitis 19.49%, rinitis alérgica 14.34%.³⁸ Este estudio muestra aún una débil relación de las infecciones respiratorias con el estado de la calidad del aire según CONAM(2005).

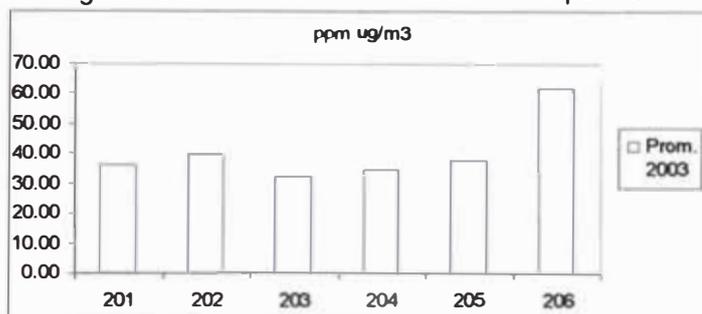
³⁸ Nayhua, L, Prevalencia de enfermedades respiratorias en escolares de 3 a 14 años y factores asociados a la calidad de aire, Perú, Oficina General de Epidemiología, Ministerio de Salud.

Figura 79 Ubicación del Monitoreo de Aire.



Fuente Elab. Prop.

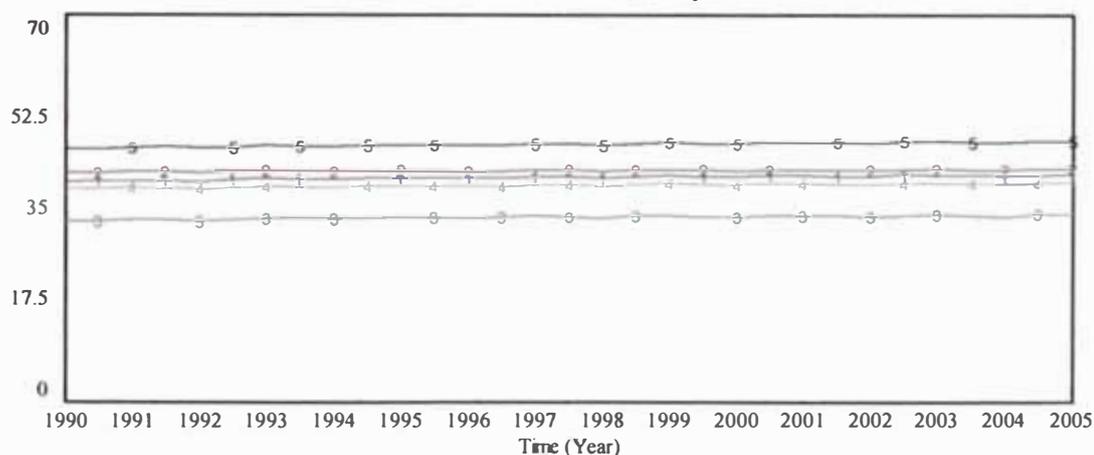
Figura 80 Emisiones de Partículas en Suspensión.



Fuente basado de MINEC(2003).

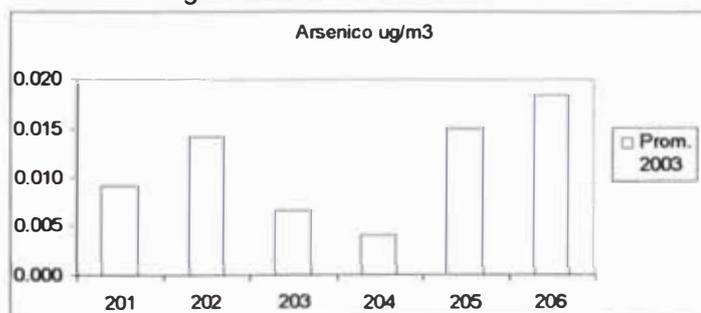
Figura 81 Ejecución del Modelo, Emisión de Partículas en Suspensión.

Emisiones de Partículas en Suspensión



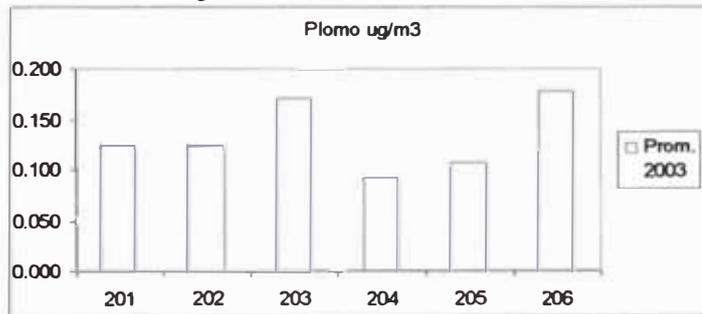
Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Aire Partículas en Suspensión.

Figura 82 Emisiones de Arsénico.



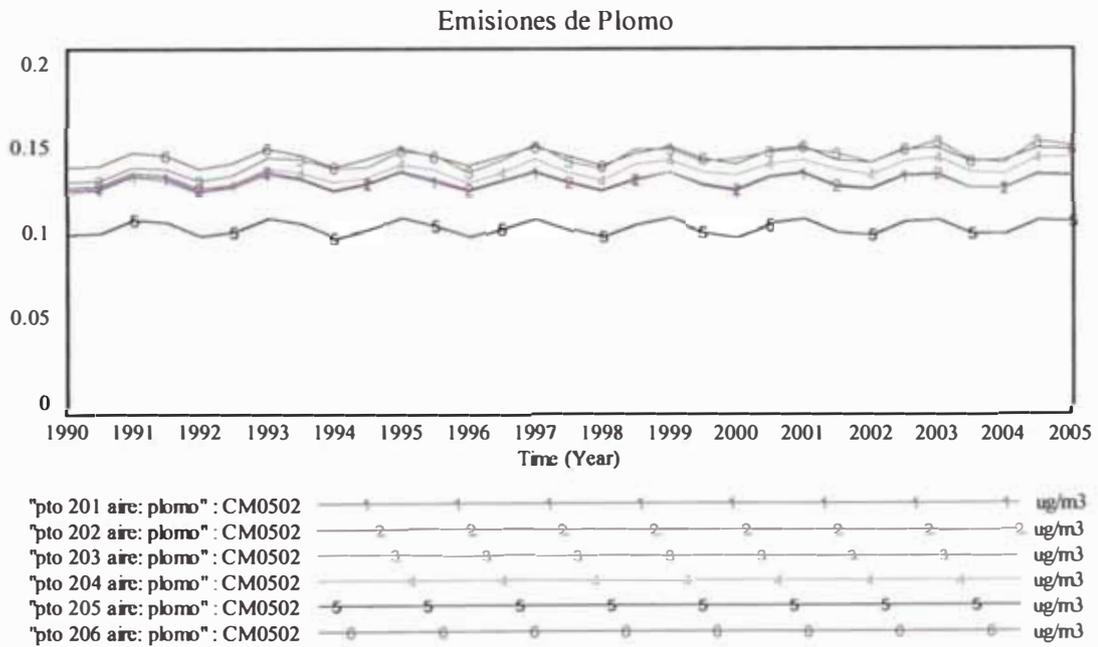
Fuente basado de MINEC(2003).

Figura 83 Emisiones de Plomo.



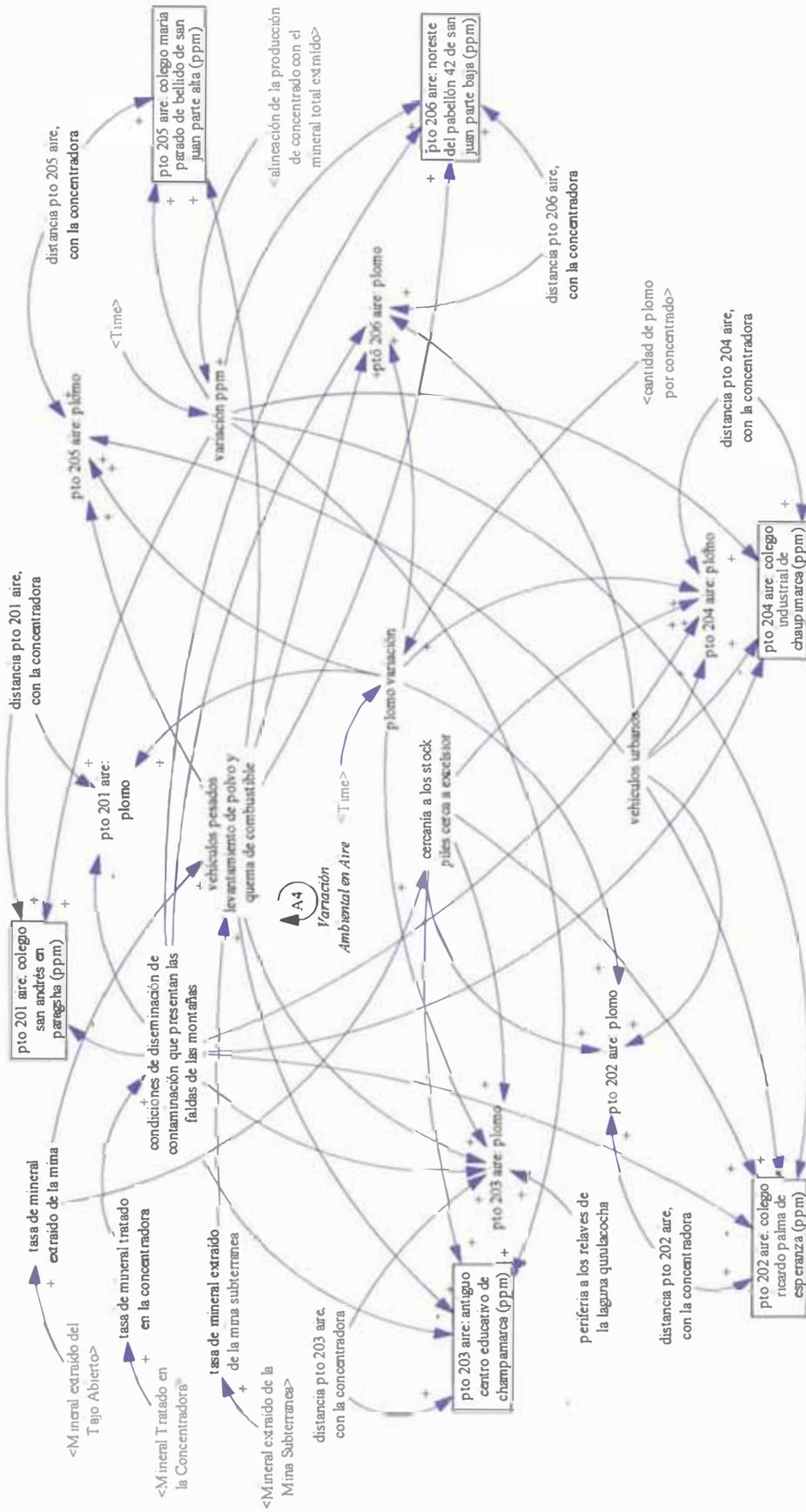
Fuente basado de MINEC(2003).

Figura 84 Ejecución del Modelo, Emisiones de Plomo.



Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Aire Plomo.

Figura 85 Vista del Modelo, Ambiental Aire.



Fuente Elab. Prop.

Variación Ambiental en Aire (Lazo A4) involucra los siguientes puntos y su detalles, el punto 201 aire: colegio san andrés en paragsha (ppm), el punto 202 aire: colegio ricardo palma de esperanza (ppm), el punto 203 aire: antiguo centro educativo de champamarca (ppm), el punto 204: colegio industrial de chaupimarca (ppm), el punto 205 aire: colegio maria parado de bello de san juan parte alta (ppm) y el punto 206 aire: noreste del pabellón 42 de san juan parte baja (ppm).

Respecto al *punto 201 aire: colegio san andrés en paragsha (ppm)* se evalúa según la *distancia punto 201 aire con la concentradora* el ruido de la *variación ppm* así como de las *condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas*. El *punto 201 aire: plomo* es influido por el *plomo variación*, al igual que el anterior con la *distancia punto 201 aire, con la concentradora y las condiciones de diseminación de contaminación que presenta las faldas de las montañas*.

Respecto al *punto 202 aire: colegio ricardo palma de esperanza (ppm)* se indica factores como de la *distancia punto 202 aire, con la concentradora, de la cercanía a los stock piles cerca a excelsior, los vehículos urbanos que circundan el área y de la variación ppm*. El *punto 202 aire: plomo* se evaluó según la *distancia punto 202 aire, con la concentradora, a la cercanía a los stock piles cerca a excelsior, a la variable plomo variación y a los vehículos urbanos*.

Respecto al *punto 203 aire: antiguo centro educativo de champamarca (ppm)* se evalúa según la *distancia punto 203 aire, con la concentradora y de las condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas* así también de los *vehículos pesados levantamiento de polvo y quema de combustible, la cercanía a los stock piles cerca a excelsior y de la variación de ppm*. El *punto 203 aire plomo* es afectado por la *distancia punto 203 aire, con la concentradora, las condiciones de*

diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas, al de los vehículos pesados levantamiento de plomo y quema de combustible, la variable plomo variación y de las condiciones en la periferia a los relaves de la laguna quiulacocho.

Respecto al punto 204 aire: colegio industrial de chaupimarca (ppm) es influenciado por la distancia punto 204 aire, con la concentradora, de las condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas, la combustión de los vehículos urbanos y de la variable de variación ppm. El punto 204 aire: plomo fue calculado en función de las emisiones de los vehículos urbanos, de las condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas, de la cercanía a los stock piles cerca de excelsior, de la variable plomo variación y de la distancia punto 204 aire con la concentradora.

Respecto al punto 205 aire: colegio maría parado de bellido de san juan parte alta (ppm), es sensible de las variables de los vehículos pesados levantamiento de polvo y quema de combustible, de la variación ppm y de la distancia punto 205 aire, con la concentradora. El punto 205 aire: plomo es influenciado por los vehículos pesados levantamiento de plomo y quema de combustible, de la variable plomo variación, de lo emitido por los vehículos urbanos y de la distancia punto 205 aire, con la concentradora.

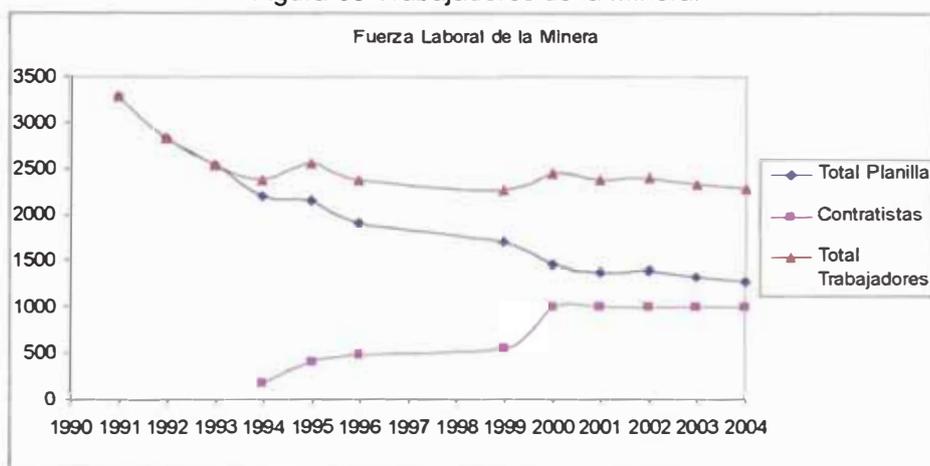
Respecto al punto 206 aire: noreste del pabellón 42 de san juan parte baja (ppm), se evaluó según la distancia punto 206 aire, con la concentradora, de los vehículos pesados levantamiento de polvo y quema de combustible, de las condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas y de la variación ppm. El punto 206 aire plomo es influenciada por las condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montaña, de los vehículos pesados levantamiento de polvo y

quema de combustible, la variable de plomo variación, de las emisiones de los vehículos urbanos y de la distancia punto 206, aire con la concentradora.

2.1.4 Laboral

Carhuaricra(1996) recalca que el PBI y la PEA del Departamento de Pasco respecto a que la actividad agropecuaria absorbe el 45% de la PEA, pero sólo genera el 16.9% del PBI, en cambio la minería en el Departamento ocupa sólo el 12% de la PEA, pero genera hasta un promedio de 50% del PBI departamental.

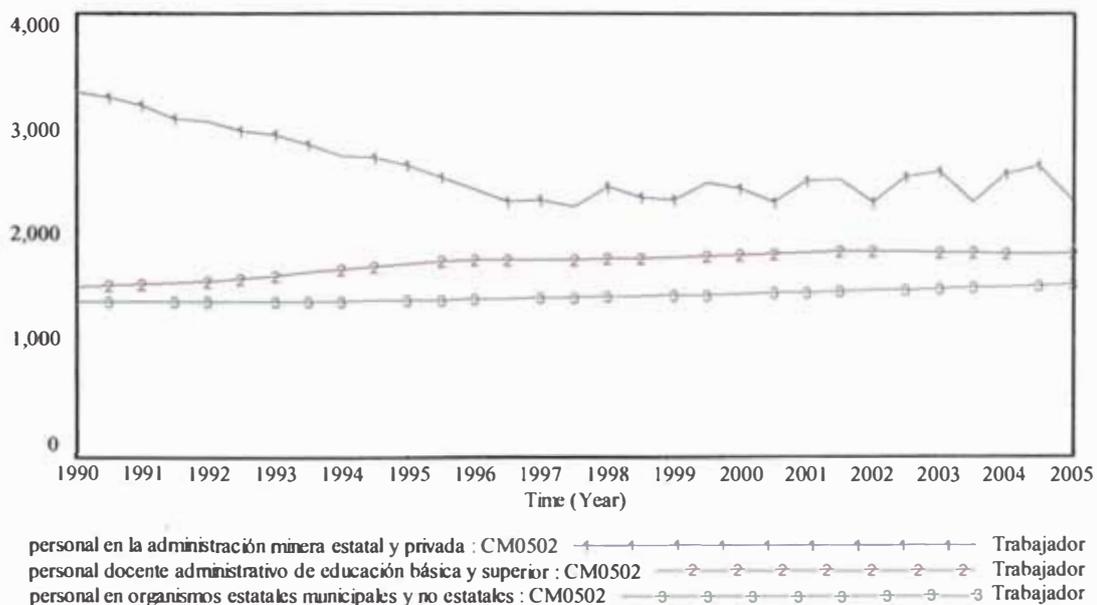
Figura 86 Trabajadores de la Minera.



Fuente Elab. en base a Carhuaricra y Quispe(2003), CENTROMIN(1996), MINEC(2003), VOLCAN(2002) y VOLCAN(2005).

Figura 87 Ejecución del Modelo, Trabajadores de la Minera, Docentes y Organizaciones.

Trabajadores de la Minera, Docentes y Organizaciones



Fuente Resultados del Modelo de Trabajadores de la Minería, Docentes y Organizaciones.

Respecto al trabajo Minero se observa las siguientes características y relaciones según Carhuaricra(1996) y CENTROMIN(1996).

- Que la reproducción de la fuerza laboral en el mismo centro minero es el de mayor importancia (los hijos de los propios mineros).
- La relación económica del trabajador de Cerro de Pasco y el campo (zona rural) es el 28% si y el 72% no tiene relación.
- La nueva generación de la fuerza laboral minera tiene menos vinculaciones económicas con el campo.
- Los familiares de mineros en una proporción muy significativa, contribuyen al presupuesto familiar manteniendo pequeños talleres, negocios de venta de abarrotes, de lana, panaderías etc. y ayudan al consumo familiar mediante la crianza de animales domésticos (chanchos, gallinas, patos, cuyes, etc.) en la vivienda.

De CENTROMIN(1996) se obtuvo datos adicionales de la PEA de la Ciudad sus proyecciones de la bibliografía de alguna manera difieren con los datos evaluados en la presente investigación.

Tabla 15 Indicadores de Demográficos de la Ciudad.

Indicadores	Dep. Pasco	Prov. C. de Pasco	Ciudad C. de Pasco
Población Total	239200	135700	75000
Tasa crec. 81-93	0.3		
% Pobl. Rural	41.1	25.8	
Tasa Analfabetismo	15.3	11.8	10.15
PEA de 6 a 11 años	4.4	3.7	
PEA 15 años a más	49.6	46.7	27

Fuente CENTROMIN(1996).

Con lo cual en CENTROMIN(1996) deduce:

- El 20,71% de trabajadores de Cerro de Pasco tienen una carga familiar (dependientes económicos) de 5 miembros mientras que un mínimo de 0.08% de trabajadores tienen 15 miembros dependientes.
- De los pobladores de la Ciudad 53.19% son hombres y el 46.81% son mujeres, en 1996 se encuentran 16515 familias de trabajadores viviendo cerca de la ciudad.

- Se deduce que la Ciudad de Cerro de Pasco absorbe el 26.94% de la población provincial y 48.65% de la población departamental.
- En 1996 la mayor parte de la PEA 27% se dedicaba a la actividad minera en la ex CENTROMIN donde la mayoría de los trabajadores son oriundos de Cerro de Pasco 80%.
- El Comportamiento demográfico de la población de Cerro de Pasco ha seguido una tendencia variable en función del desarrollo de la actividad minera que sirve como foco de atracción expulsión de manera según requiera de un mayor o menor número de trabajadores que llevan consigo al alto número de familias.
- Así como a los pobladores que llevan consigo un alto número de familiares, de la misma forma los pobladores se dedican a otras actividades (servicios y comercio 50% de la PEA) dependientes del funcionamiento de la explotación minera, la cual condiciona la evolución y el desarrollo de la Ciudad desde su mismo origen en el siglo XVII.

Lo laboral en los servicios presenta las siguientes características:

- Otra actividad de Servicios importante es la Enseñanza (11% de la PEA), además de Hoteles y Restaurantes y la Administración Pública.
- Las actividades de servicios como por ejemplo la compra y reparación de vehículos automotores representa por si sola 18% de la PEA y se explica por el gran movimiento de transporte urbano e interurbano.

En Cerro de Pasco se ha incrementado considerablemente produciéndose el crecimiento urbanístico describe MINEC(2003), el que ha concentrado una población de diferentes departamentos de la república, cuyos pobladores han constituido pequeños negocios comerciales como ferreterías, tiendas de abarrotes, restaurantes, mercados y hoteles que aproximadamente alcanzan a 48 y que albergan generalmente a trabajadores eventuales de las diferentes minas de esta provincia y al flujo de turistas que recibe la zona durante las diversas festividades.

La relación con los asentamientos del entorno CENTROMIN(1996) expone que se tiene un patrón productivo de estos pobladores consiste en mantener pequeños

hatos de ganado esencialmente ovino produciéndose carne y lana que comercializan directamente en sus viviendas o en ferias donde se dedican a la venta de abarrotos o productos industriales de consumo final atendido por la familia o se emplea en las minas de la región, la población infantil es empleada en el pastoreo del ganado y las mujeres hilan la lana (Puchica) para la confección de prendas de uso familiar y cocinan generalmente con abono animal y champa (pasto seco machacado con excremento de animales que se compacta) el ichu pasto natural, es el principal alimento del ganado y es utilizado para el techado de la vivienda estos tienen sus establos.

El marco Institucional en la Ciudad de Cerro de Pasco son varias las organizaciones estatales, particulares y sin fines de lucro que están íntimamente relacionadas con la administración, investigación, educación, manejo y aplicación de políticas sectoriales como en la Tabla 16.

Respecto a la Privatización en 1998 de la Empresa CENTROMIN unidad de Cerro de Pasco a la ahora Cia Minera VOLCAN unidad de Cerro de Pasco.

A marzo de 1996 menciona CENTROMIN(1996), la población de trabajadores de la UDP (unidad de producción) Cerro de Pasco estaba constituida por 75 miembros de staff 289 empleados y 1549 obreros con un total 1904 trabajadores se muestra en la Figura 86, también Carhuaricra y Quispe(2003) menciona respecto al personal en la mina, de una drástica racionalización del personal pasando de una fuerza laboral de 2032 trabajadores de planilla en 1994 a sólo 1758 en 1999, esto es una reducción del 14% hasta el mes previo inmediato a la transferencia, Así mismo se tenían 757 trabajadores contratados por *services* empresariales de servicios y construcción civil.

Tabla 16 Instituciones en la Ciudad.
Gobierno Regional.

Municipios Distritales.	DEMUNAS Comedores populares. Organizaciones de Vaso de Leche. ESSALUD. Hospital Regional.
Sector Salud	
Sector Transporte y Comunicaciones. Jefatura de la Policía Nacional	
Prefectura	Delegaciones policiales y comisarías, unidades de patrullaje y control de carreteras con sede en la misma ciudad Fiscalía Juzgados Sub sedes del Ministerio Público y de Justicia
Administración de Justicia	
PRONAA ONG Labor ELECTROCENTRO EMAPA	
Direcciones Regionales	Agricultura Minería Pasco Industria Turismo Pesquería Trabajo y Promoción Social
SENASA PRONAMACHS Sociedad Nacional de Beneficencia Pública Instituto Peruano del Deporte RENIEC SUNAT Ejercito Peruano ONPE ONP INEI ODEI FONCODES PROMUDEH Compañía de Bomberos Salvadora Cosmopolita Colegios Profesionales Fuente Elab. Prop.	

Respecto a País, la región, el entorno de la Ciudad y el Empleo.

En LABOR(1998) se tiene un estudio de la ex CENTROMIN³⁹ respecto a la producción agropecuaria ha sufrido un serio estancamiento en los últimos años, mostrando una tendencia a la declinación esto, comprando con la alta tasa de

³⁹ Lineamientos de políticas de desarrollo para el área de influencia de CENTROMIN Perú, desarrollado por CENTROMIN y el Instituto Nacional de Planificación Huancayo Agosto 1979

crecimiento poblacional, ha generado un déficit en el aprovisionamiento de alimentos, agudizado por el destino de la producción mayoritariamente hacia Lima Metropolitana (capital de la república), conjuntamente con la preponderancia de un sector tradicional (agropecuario del campo).

- la dependencia del campo respecto a la ciudad.
- insuficiente e inadecuado apoyo técnico y financiero.
- gran proporción de la PEA ubicado en esta actividad (agropecuaria) y otros relacionados.

Esto impacta negativamente en los niveles de empleo y alentado los flujos migratorios hacia las zonas urbanas, produciéndose un proceso de urbanización y terciarización de la fuerza laboral.

En el entorno cercano de la ciudad de Cerro de Pasco, en CENTROMIN(1996) narra con respecto a las estancias y agrupaciones dedicadas esencialmente a la ganadería lanar y producción de autoconsumo constituyendo en algunos casos en Cooperativas que comercializan productos lácteos, leches y quesos como en Rancas y Quiulacocha.

Tabla 17 Relación de parentesco en la Vivienda.

Categorías	Casos	%
Jefe	16036	22.33%
Esposo(a) / compañero(a)	10986	15.30%
Hijo (a)	36770	51.20%
Yerno / Nuera	767	1.07%
Nieto (a)	3061	4.26%
Padres / suegros	591	0.82%
Otro parientes	2965	4.13%
Trabajador(a) del hogar	82	0.11%
Pensionista	16	0.02%
Otro No Parientes	277	0.39%
NEP	264	0.37%
Total	71815	100.00%

Fuente INEI(2005b).

Según los datos de INEI(2005b) respecto al total de la población de los distritos (Yanacancha, Simón Bolívar, y Chaupimarca) datos de la relación de parentesco del jefe del hogar con los integrantes de la familia, con esto tenemos la cantidad de jefes de familia en la Tabla 17, estos valores dan los límites de la población que esta obligado ha trabajar en 22.33%, sin embargo dentro de la familia pueden trabajar otras personas, aportando dinero a la canasta familiar. Estos datos son muy representativos pues tenemos un importante porcentaje de personas que esta dentro del radio urbano de la Ciudad de Cerro de Pasco.

Personal de la Minera (Lazo L1) depende del *mineral total extraído* esto prácticamente relacionado en el modelo con los datos de la empresa privada que tiene la administración de la Minera de la ciudad respecto al *personal general de la nueva empresa privada en 1998* y un aproximamiento respecto al personal antes de 1999 de la ex empresa nacional tras la decisión del estado a inicio de los 90s tomo *decisiones de saneamiento económico para la privatización de la empresa minera* esto influyendo a una optimización en la administración lo que significaba una disminución de mano de obra de la minera en *ex administración estatal pre privatización*. El recurso humano de la ex empresa nacional y la actual empresa se hace visible en la variable de *personal en la administración minera estatal y privada*.

Personal en General (Lazo L2) básicamente consta del *personal en la administración minera estatal y privada*, del *personal docente administrativo de educación básica y superior*, del *personal en organismos estatales municipales y no estatales* y del *personal en medianas, pequeñas y micro empresas (formal e informal)*.

Efectos de Desocupación (Lazo L3) es la evolución de la *población económicamente activa, y labor informal y del personal directivo empleados y sub empleados*. En base estas dos variables mencionadas se obtienen la *tasa de desocupación* lo que viene ser la inversa de la *tasa de empleo*.

2.1.5 Educación

En lo que se refiere a los Centros Educativos la mayoría se encuentran concentrados en San Juan Pampa comenta CENTROMIN(1996), están en buenas condiciones y tienen gran número de alumnos matriculados. En el Sector de Chaupimarca los Centros Educativos están en forma dispersa y funcionan generalmente en locales adaptados en áreas reducidas que no pueden ser ampliadas, se requiere mejorar la infraestructura y el equipamiento. Existieron cuatro Colegios Fiscalizados de la ex CENTROMIN de los cuales 1 funciona en la zona de Bellavista (donde acuden los hijos de los altos funcionarios) y ahora algunos pasaron a manos del Estado. En los ex colegios de la ex CENTROMIN en total se tenía en 1996 aproximadamente 1800 alumnos en la ciudad de Cerro de Pasco, aparte de estos existen varios Colegios Nacionales y Particulares haciendo en 1996 un total aproximado de 18000 alumnos en la Ciudad evaluado por CENTROMIN(1996), a parte de los estudiantes de Institutos Técnicos, y de la Universidad Daniel A. Carrión. La Ciudad de Cerro de Pasco constituye el principal centro de Servicios Educativos y de Salud de la Provincia.

En lo que refiere en los alrededores después de la Ciudad la actividad agropecuaria es usufructuado por conductores directos que se hallan organizados en juntas de usuarios, comités de Regantes y Comunidades Campesinas menciona MINEC(2003) que los productores agrícolas son varones, en cuanto al nivel de analfabetismo se tiene una gran proporción de productores que saben leer y escribir, teniendo un bajo índice de productores analfabetos, así mismo los productores han alcanzado en su mayoría el nivel de educación primaria pero

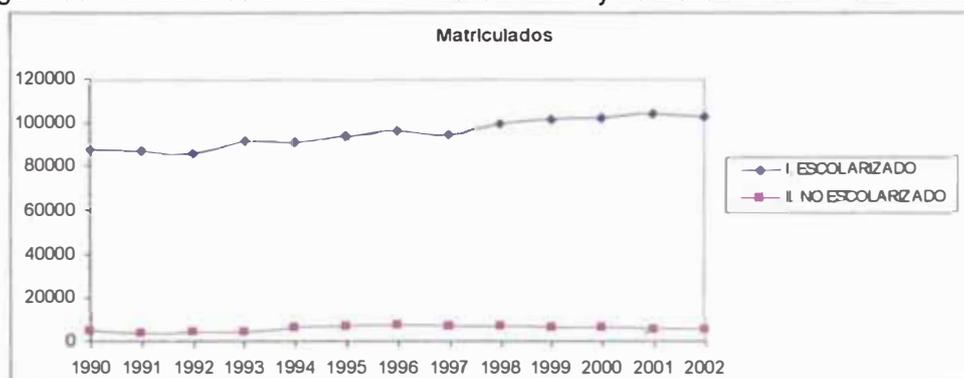
también se tiene población productora que han alcanzado el nivel superior de estudios.

Se reseña en MINEC(2003) que la Universidad UNDAC (Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión) obtuvo 495 postulantes en el año 1999 en sus diferentes facultades y escuelas profesionales tiene un total de 464 distribuidos en todas las facultades.

La población escolar de la provincia de Cerro de Pasco, hasta el año 1999 se tenía 68100 alumnos en todas las modalidades (inicial, primaria, secundaria, superior no escolarizado y entre otras). La provincia de Cerro de Pasco cuenta con 3647 profesores en todas las modalidades. El analfabetismo del departamento de Cerro de Pasco en el año 1993 fue de 20253 personas representando el 25.2%, también tenemos datos adicionales en la Tabla 15.

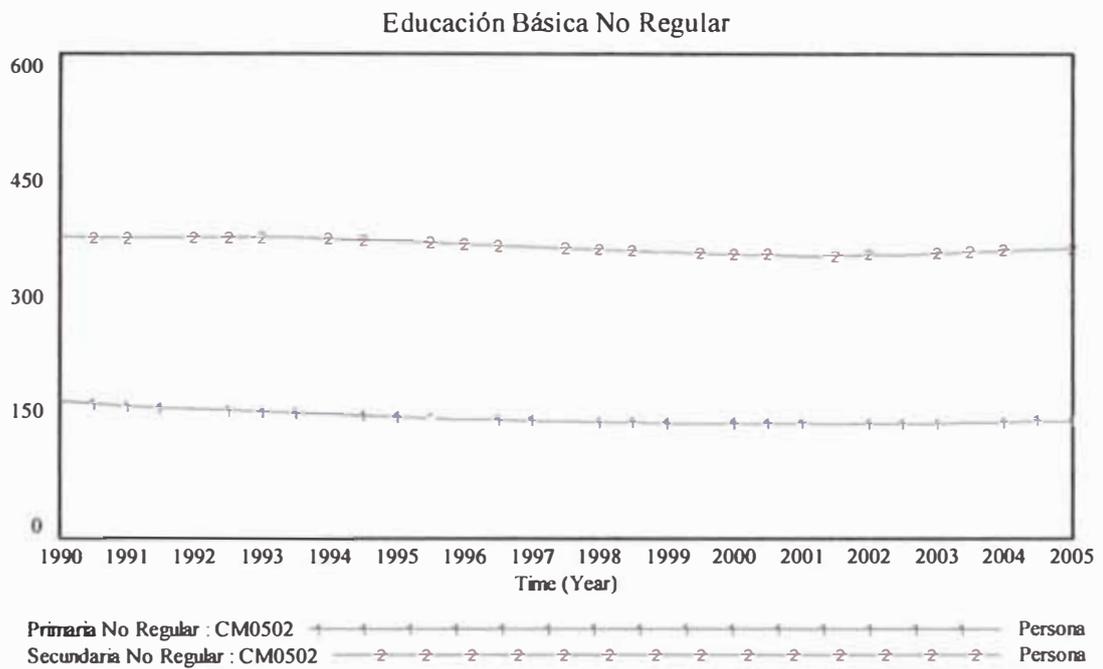
Un elevado porcentaje de padres de familia no es consciente de la importancia que juega cada uno de ellos dentro del entorno familiar en formación de sus hijos, especialmente no toman en cuenta su rol formador en la decisiva etapa de los primeros cinco años de su vida de sus niños, se ha formado consciencia de la importancia de la educación femenina en los últimos años resalta MINEC(2003).

Figura 90 Matriculados en Educación Escolarizada y no Escolarizada Provincia Pasco



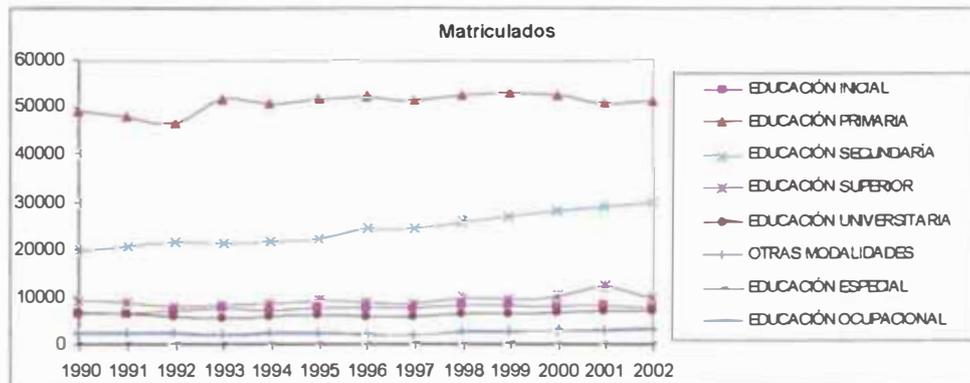
Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 91 Ejecución del Modelo, Educación Básica No Regular.



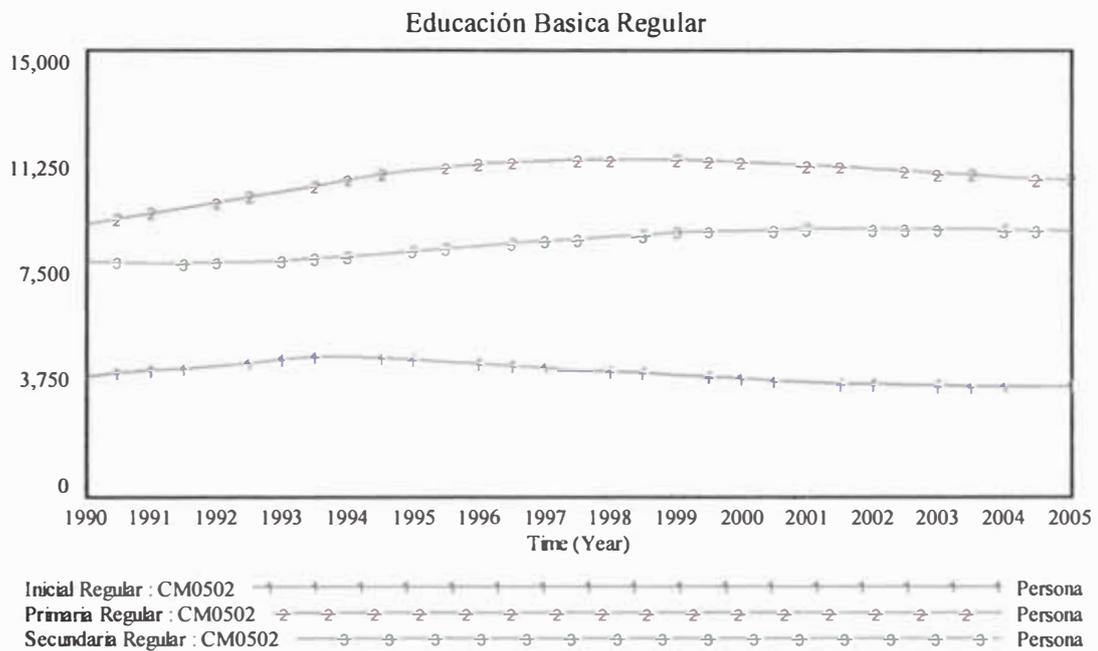
Fuente Resultados del Modelo de Educación Básica No Regular.

Figura 92 Matriculados en Educación Inicial. Primaria, Secundaria, etc. Provincia Pasco.



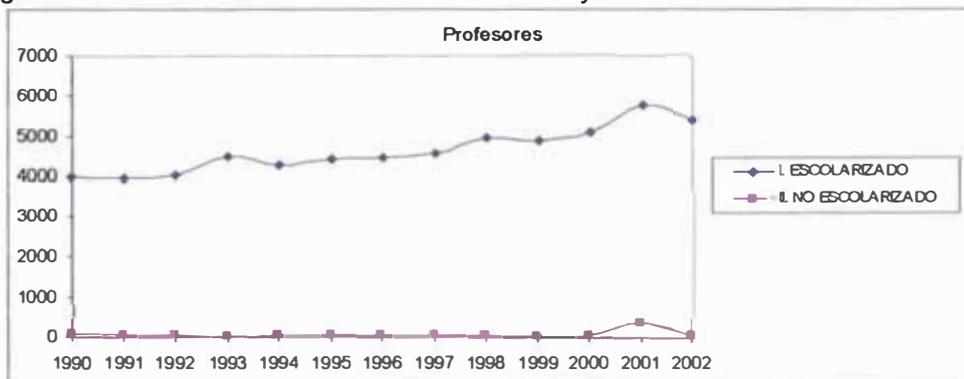
Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 93 Ejecución del Modelo, Educación Básica Regular.



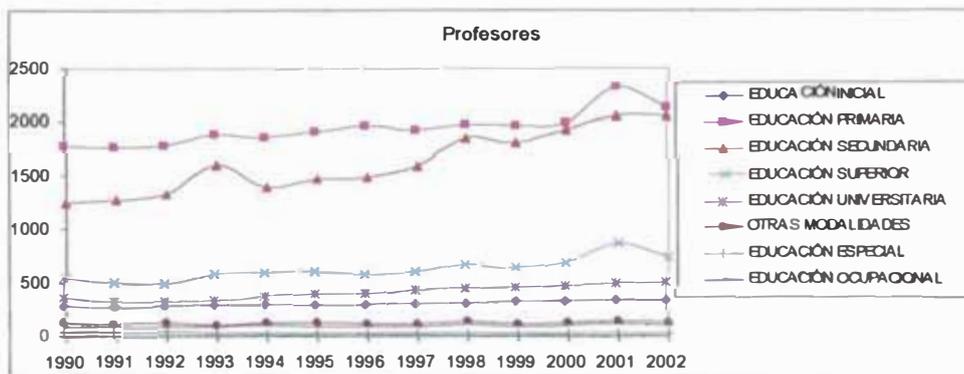
Fuente Resultados del Modelo de Educación Básica Regular.

Figura 94 Profesores en Educación Escolarizada y no Escolarizada Provincia Pasco.



Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 95 Profesores en Educación Inicial, Primaria, Secundaria, etc. Provincia Pasco



Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Tabla 18 Alumnos Matriculados Provincia Pasco.

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total	93181	91538	90641	96143	98080	101196	103582	101910	107052	108266	109001	110169	109170
Inicial Regular	11005	10334	11024	11485	13178	13986	14059	14131	14602	14567	13784	14013	12727
Primaria Regular	48769	47555	46276	51284	50470	51518	52177	51112	52229	52752	52463	50492	51219
Secundaria Regular	18410	19260	19745	20098	20550	21029	23167	22940	24521	25733	26765	27762	28419
Inicial No Regular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaria No Regular	1363	1185	954	1294	1275	1354	1413	1485	1419	1043	1090	971	1318
Secundaria No Regular	1661	1499	1946	1251	1280	1313	1399	1409	1409	1476	1637	1415	1762
Ocupacional y Especial	2670	2583	2623	2389	2666	2715	2401	2235	2948	2929	3127	3199	3684
Superior No Universitaria	2415	2455	2166	2729	2724	2826	2884	2510	3381	3066	3193	5079	2906
Universitaria	6888	6667	5907	5613	5937	6455	6082	6088	6543	6700	6942	7238	7135

Fuente Elab. en base de INEI(2005a).

Tabla 19 Tasa de Alumnos Matriculados Provincia Pasco.

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.
Inicial Regular	11.8%	11.3%	12.2%	11.9%	13.4%	13.8%	13.6%	13.9%	13.6%	13.5%	12.6%	12.7%	11.7%	12.8%
Primaria Regular	52.3%	52.0%	51.1%	53.3%	51.5%	50.9%	50.4%	50.2%	48.8%	48.7%	48.1%	45.8%	46.9%	50.0%
Secundaria Regular	19.8%	21.0%	21.8%	20.9%	21.0%	20.8%	22.4%	22.5%	22.9%	23.8%	24.6%	25.2%	26.0%	22.5%
Inicial No Regular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaria No Regular	1.5%	1.3%	1.1%	1.3%	1.3%	1.3%	1.4%	1.5%	1.3%	1.0%	1.0%	0.9%	1.2%	1.2%
Secundaria No Regular	1.8%	1.6%	2.1%	1.3%	1.3%	1.3%	1.4%	1.4%	1.3%	1.4%	1.5%	1.3%	1.6%	1.5%
Ocupacional y Especial	2.9%	2.8%	2.9%	2.5%	2.7%	2.7%	2.3%	2.2%	2.8%	2.7%	2.9%	2.9%	3.4%	2.7%
Superior No Universitaria	2.6%	2.7%	2.4%	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%	2.5%	3.2%	2.8%	2.9%	4.6%	2.7%	2.9%
Universitaria	7.4%	7.3%	6.5%	5.8%	6.1%	6.4%	5.9%	6.0%	6.1%	6.2%	6.4%	6.6%	6.5%	6.4%
													Suma	100%

Fuente Elab. en base de INEI(2005a).

Tabla 20 Profesores Provincia Pasco.

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total	4087	4021	4090	4519	4361	4495	4530	4633	5032	4926	5161	6129	5520
Inicial Regular	357	315	335	314	346	337	342	342	346	365	369	685	379
Primaria Regular	1741	1738	1750	1861	1843	1884	1947	1915	1964	1939	1978	2261	2113
Secundaria Regular	1168	1208	1243	1519	1326	1406	1411	1508	1766	1716	1834	1979	1960
Inicial No Regular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaria No Regular	62	60	56	48	51	53	53	55	51	44	44	102	52
Secundaria No Regular	84	67	82	85	67	70	73	83	86	88	95	83	126
Ocupacional y Especial	128	121	125	110	130	125	117	117	140	121	130	142	135
Superior No Universitaria	182	185	175	241	219	215	172	165	218	181	217	362	220
Universitaria	366	327	323	339	376	401	410	442	454	464	485	505	524

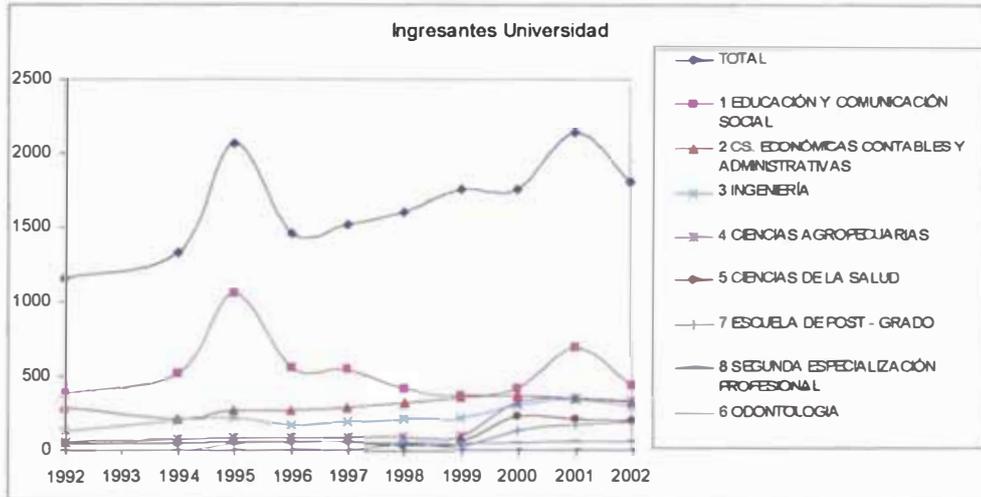
Fuente Elab. en base de INEI(2005a).

Tabla 21 Tasa de Profesores por Alumno Provincia Pasco.

Profesores/Alumnos	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Prom.
Total	4.39%	4.39%	4.51%	4.70%	4.45%	4.44%	4.37%	4.55%	4.70%	4.55%	4.73%	5.56%	5.06%	4.65%
Inicial Regular	3.24%	3.05%	3.04%	2.73%	2.63%	2.41%	2.43%	2.42%	2.37%	2.51%	2.68%	4.89%	2.98%	2.87%
Primaria Regular	3.57%	3.65%	3.78%	3.63%	3.65%	3.66%	3.73%	3.75%	3.76%	3.68%	3.77%	4.48%	4.13%	3.79%
Secundaria Regular	6.34%	6.27%	6.30%	7.56%	6.45%	6.69%	6.09%	6.57%	7.20%	6.67%	6.85%	7.13%	6.90%	6.69%
Inicial No Regular	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primaria No Regular	4.55%	5.06%	5.87%	3.71%	4.00%	3.91%	3.75%	3.70%	3.59%	4.22%	4.04%	10.5%	3.95%	4.68%
Secundaria No Regular	5.06%	4.47%	4.21%	6.79%	5.23%	5.33%	5.22%	5.89%	6.10%	5.96%	5.80%	5.87%	7.15%	5.62%
Ocupacional y Especial	4.79%	4.68%	4.77%	4.60%	4.88%	4.60%	4.87%	5.23%	4.75%	4.13%	4.16%	4.44%	3.66%	4.58%
Superior No Universitaria	7.54%	7.54%	8.08%	8.83%	8.04%	7.61%	5.96%	6.57%	6.45%	5.90%	6.80%	7.13%	7.57%	7.23%
Universitaria	5.31%	4.90%	5.47%	6.04%	6.33%	6.21%	6.74%	7.26%	6.94%	6.93%	6.99%	6.98%	7.34%	6.42%

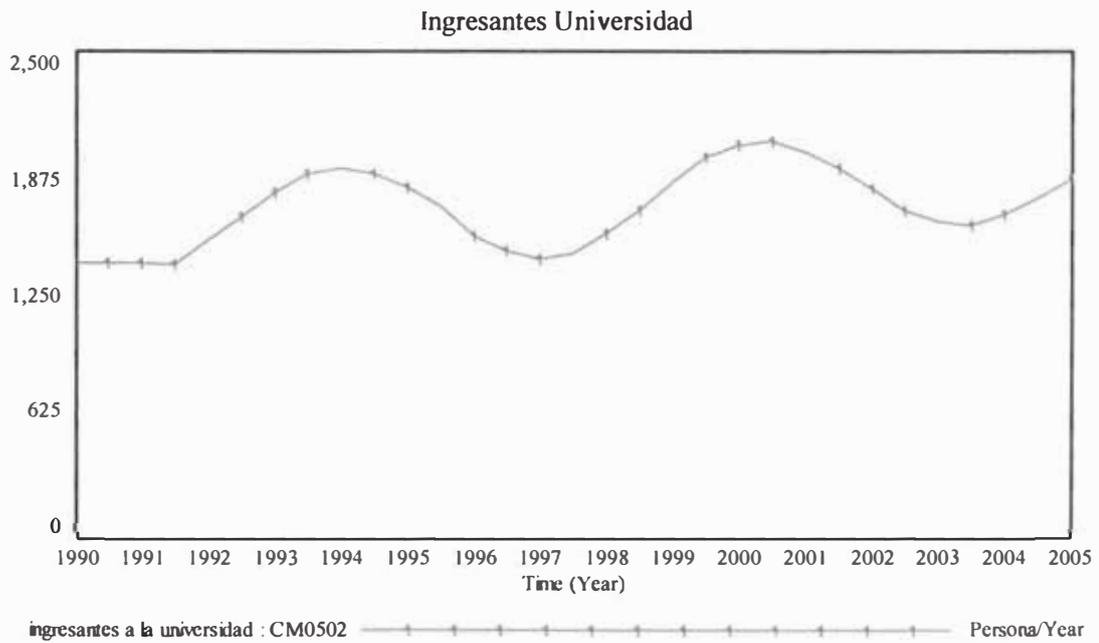
Fuente Elab. en base de INEI(2005a).

Figura 98 Ingresantes a la Universidad.



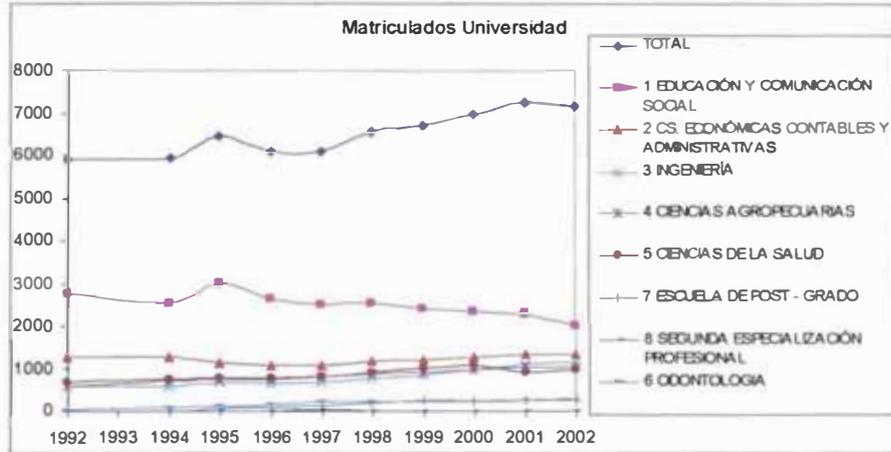
Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 99 Ejecución del Modelo, Ingresantes a la Universidad.



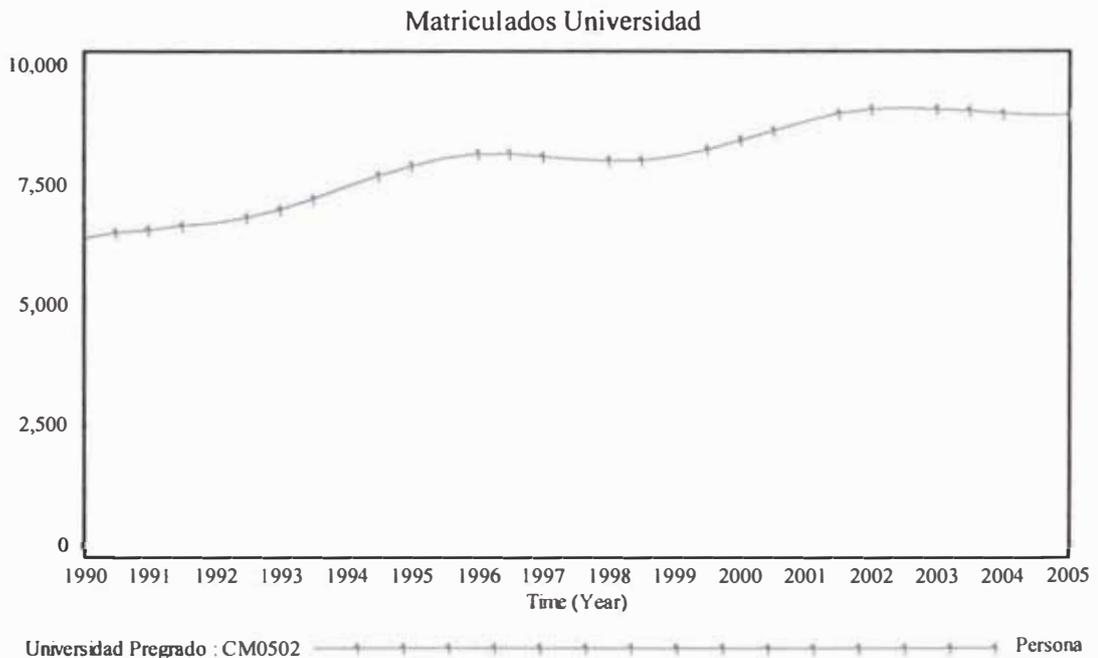
Fuente Resultados del Modelo de Ingresantes a la Universidad.

Figura 100 Matriculados de la Universidad.



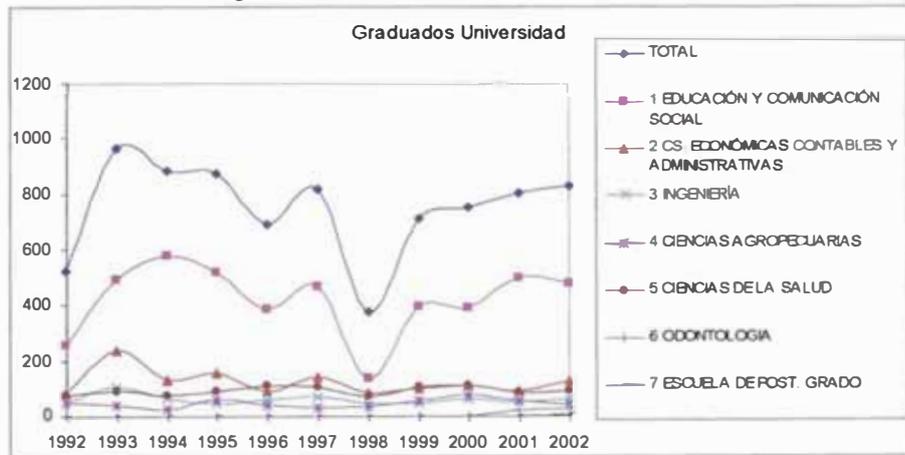
Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 101 Ejecución del Modelo, Matriculados en la Universidad.



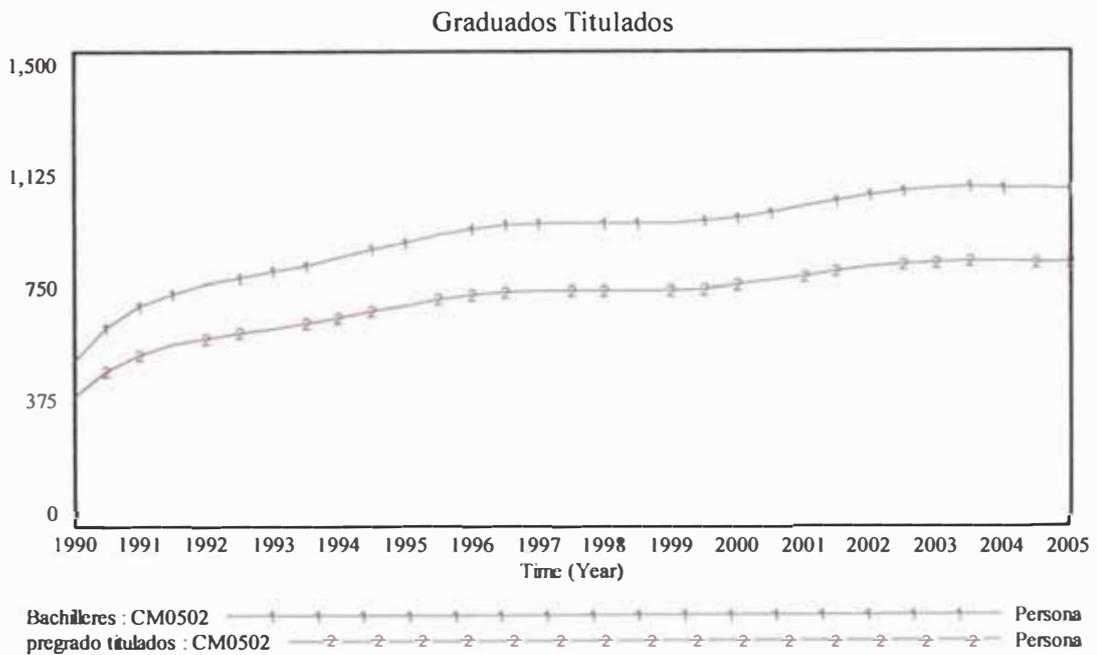
Fuente Resultados del Modelo de Matriculados a la Universidad.

Figura 102 Graduados de la Universidad.



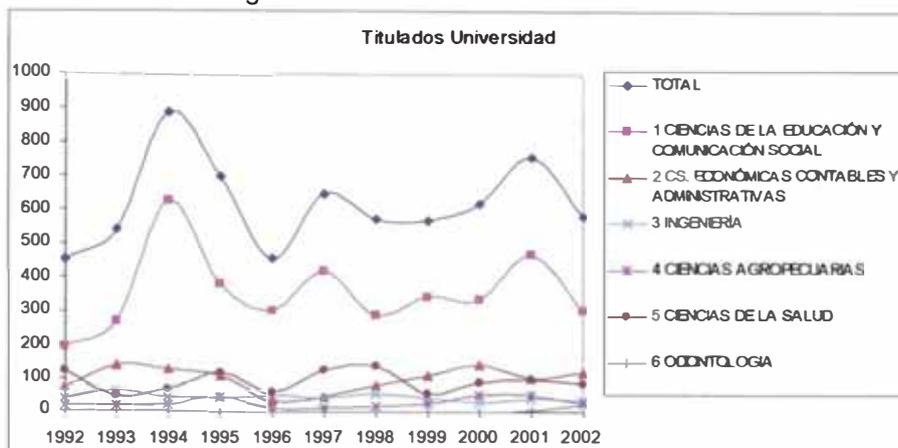
Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 103 Ejecución del Modelo, Graduados y Titulado de la Universidad.



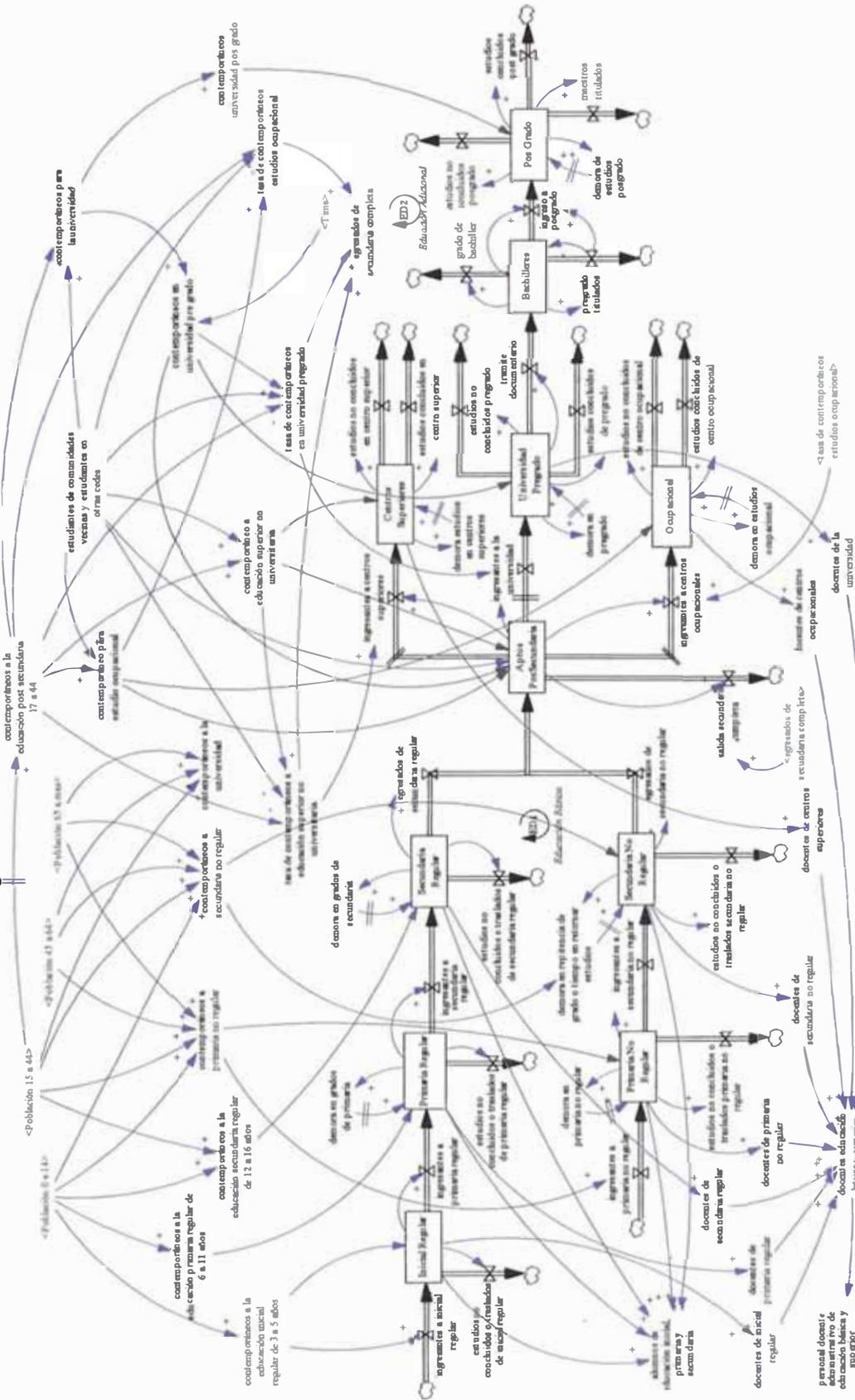
Fuente Resultados del Modelo de Graduados y Titulados.

Figura 104 Titulados de la Universidad.



Fuente basado en INEI(2005a), INEI(2003) e INEI(2002).

Figura 105 Vista del Modelo, Educación.



Fuente Elab. Prop.

Educación Básica (Lazo ED1) en la elaboración del Lazo ED1 tenemos variables del modelo que segmentamos de los nombres comunes en el Ministerio de Educación.

Tabla 22 Segmentación de variables en Educación.

Variable del Modelo	Nombre común
Inicial Regular	Educación Inicial Escolarizado Educación Inicial No Escolarizado
Primaria Regular	Primaria Menores Escolarizado
Secundaria Regular	Secundaria Menores Escolarizado
Inicial No Regular	
Primaria No Regular	Primaria Adultos Escolarizado Educación Primaria adultos No escolarizado
Secundaria No Regular	Secundaria Adultos Escolarizados Educación Secundaria No Escolarizado.
Ocupacional	Educación Ocupacional Educación Especial Educación Magisterial
Centros Superiores	Educación Tecnológica Educación Artística
Universitaria Pregrado	Educación Universitaria

Fuente Elab. Prop.

Lazo ED1 esencialmente consta de ingresantes, demora en estudios y de estudios no concluidos o traslados de las variables de *Inicial Regular*, de *Primaria Regular*, de *Secundaria Regular*, de *Primaria no Regular* y de *Secundaria No regular*. Este círculo virtuoso delimita la cantidad de alumnos de acuerdo a la población en edad contemporánea de estudio del alumno.

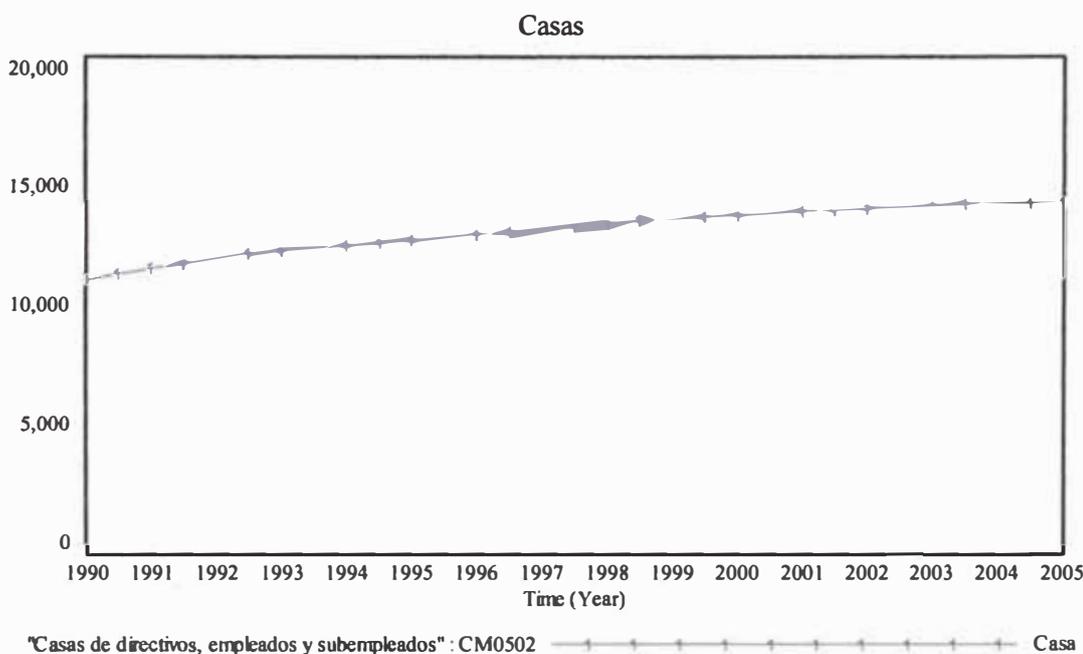
Educación Adicional (Lazo ED2) después del Lazo ED1, tenemos los *Aptos Pos Secundaria* en que se añaden alumnos tanto de la ciudad como de *estudiantes de comunidades vecinas y estudiantes en otras cedes*. Lo que se derivan a educación en *Centros Superiores*, *Universidad Pregrado* y *Ocupacional*, cada uno con sus ingresantes, demora y estudios concluidos o no concluidos respectivamente. Esto significa el potencial profesional tanto de la ciudad como de lugares aledaños. También cabe resaltar los escasos estudiantes que realizan estudios de *Pos Grado*.

2.1.6 Vivienda

En 1993 el número de Viviendas en la ciudad según Díaz y otros(2003) era de 11201, 1500 viviendas (13%) fueron construidas por la ex empresa CENTROMIN, el INADUR⁴⁰ estimó en el año 1995 un déficit de 4000 viviendas. En los 80s hubo migraciones producidas por la oferta de empleo o búsqueda de oportunidades de trabajo en la zona. La situación de subcontratación minera obliga a una proporción mayor de la población de contar con su vivienda propia.

La situación familiar de jefes de hogares se menciona en Díaz y otros(2003) que: 42.4% de los jefes de hogares son poseionarios de sus viviendas; 57% de las viviendas son de bloquetas y 43% de tapial; 97% tienen techo de calamina; 30% tienen acceso a red pública de agua a domicilio; 49% no tiene acceso a red pública de alcantarillado; 92% tienen alumbrado eléctrico.

Figura 106 Ejecución del Modelo, Casas de la Ciudad.



Fuente Resultados del Modelo de Casas.

⁴⁰ INADUR, Plan Director de Cerro de Pasco: Resumen Ejecutivo 1998.

La situación familiar de los jefes de hogar de los distritos de Yanacancha, Simón Bolívar y Chaupimarca en su totalidad es extraído de INEI(2005b) como de la Condición que ocupa la persona una vivienda (Condición de Ocupación) en la Tabla 23 y Condición de la propiedad de la vivienda (Su Vivienda es) en la Tabla 24.

Tabla 23 Condición que ocupa la persona por vivienda de los distritos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha.

Categorías	Casos	%
Ocupada, con personas presentes	15969	76.32%
Ocupada, con personas ausentes	169	0.81%
Desocupada, en Alquiler	483	2.31%
Desocupada, en construcción ó reparación	1443	6.90%
Otro	2859	13.66%
Total	20923	100.00%
N.A. :	73	

Fuente INEI(2005b).

Tabla 24 Condición de la propiedad del ocupante de las viviendas de los distritos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha.

Categorías	Casos	%
Alquilada	4011	25.26%
Propia, pagándola a plazos	227	1.43%
Propia, totalmente pagada	8242	51.91%
Propia, por invasión	282	1.78%
Cedida por el centro trabajo	1061	6.68%
Cedida por otro hogar o institución	1557	9.81%
Otro	498	3.14%
Total	15878	100.00%
N.A. :	5118	

Fuente INEI(2005b).

Fuente de déficit de vivienda identificado por INADUR.

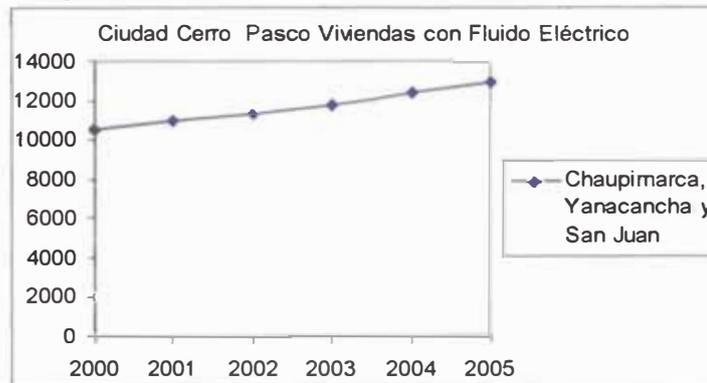
- La erradicación de viviendas originada directamente por la expansión minera, específicamente por el tajo abierto (open pit).
- La necesidad de reubicación de unidades poblacionales por malas condiciones de habitabilidad, originadas indirectamente por la actividad minera.
- El crecimiento de la población por la migración en años pasados, lo que ahora es menor.

Tabla 25 Ciudad de Cerro Pasco direcciones de vivienda con fluido eléctrico.

Año	Vivienda con Electricidad
2000	10550
2001	10967
2002	11324
2003	11777
2004	12434
2005	12903

Fuente Oficina de Informática de ELECTROCENTRO.

Figura 107 Viviendas particulares con fluido Eléctrico.



Fuente Elab. en base a ELECTROCENTRO.

El proceso de ocupación de los espacios urbanos, los asentamientos se encuentra en una hondonada como define CENTROMIN(1996), la superficie urbana está totalmente ocupada, incluso las áreas donde se ubican los Asentamientos Humanos. Esta situación propició la dificultad de un crecimiento planificado medianamente ordenado.

Tabla 26 Distribución distrital y zonificación.

Distrito	ha	%
Chaupimarca	307.92	35.5
Yanacancha	289.2	33.4
Simón Bolívar	269.8	31.1
Total	866.92	100

Fuente INADUR.⁴¹

La distribución del uso de territorio distrital se ve en la Tabla 26, el uso del suelo de la ciudad de Cerro de Pasco se ve en la Tabla 27, La zonificación de la Ciudad de acuerdo con CENTROMIN(1996) es:

⁴¹ INADUR, Plan Director de Cerro de Pasco: Resumen Ejecutivo 1998.

- Sector Cívico Cultural Administrativo, Esta en la zona de Yanacancha esencialmente en el área de San Juan Pampa, el sector nuevo de la ciudad donde se encuentra la Universidad Daniel A Carrión y diversas oficinas del estado, particulares, oficinas bancarias y otros.
- Sector de Comercio, aquí se encuentra el concejo Municipal y numerosos comerciantes formales, ambulantes informales y el mercado.
- Sector de Actividad Industrial, se encuentran las oficinas de minas, concentradora, talleres y bodegas incluye las Oficinas VOLCAN (Superintendencia, Ingeniería, Geología, Administración, etc.).
- Sector de Actividad Minero Tajo Raúl Rojas (ex Mac Cune), el de mayor extensión (mas de 100 has aprox.) localizado en el centro de la ciudad y en el entorno lejano las zonas de seguridad, los depósitos de desmonte de mina y relaves.

Tabla 27 Uso del suelo en la ciudad.

Usos	Has
Industrial	171.7
Residencial	401.56
Comercial	10.8
Educación	24.95
Recreación	15.85
Salud	3.97
Otros usos	17.82
Casco Urbano	783.5
Desmonte de mina	136

Fuente INADUR.

Las áreas habitacionales dispersas a través de toda la ciudad según CENTROMIN(1996) constituyen Barrios, Urbanizaciones, Campamentos, Asentamientos Humanos y Asociaciones de Vivienda y/o Cooperativas. El cercado de Chaupimarca es la zona más antigua, de Calles estrechas, construcciones rústicas y de gran densidad poblacional. El sector de San Juan Pampa, corresponde al área Urbana moderna, zona relativamente plana, con calles pavimentadas y ampliadas, se encuentra situado al Norte de la Ciudad surgió a principio de los 70s cuando se dispone el traslado por la expansión de la actividad

minera a Tajo Abierto, en la época de Cerro de Pasco Corporation, este sector fue construido de manera regularmente planificada tiene parte residencial donde viven obreros, empleados de la Minera y también particulares, en 1996 se empadronaron 300 departamentos con 6 departamentos donde en el entonces vivían 1200 habitantes (empleados, obreros y profesores) en condiciones prácticamente tugurizadas, ahora ha disminuido una fracción de los departamentos por la expansión del tajo abierto (open pit) pero no se han construido hasta ahora más departamentos.

De Díaz y otros(2003) se tiene un estudio realizado en 1996 por CIPESA, referente a la proyección de los impactos de la producción minera tanto de suelos y viviendas tal como sigue:

- Fase I (1996 2000) Afecta casi a la totalidad del Asentamiento Humano Arturo Robles, desde la actual carretera que une la antigua ciudad con San Juan Pampa, hasta el límite inferior del Asentamiento Humano Columna Pasco. Afecta también hacia el Sur, la parte del barrio de Matadería y Chaupimarca.
- Fase II (2001 2005) Afecta parte del Asentamiento Humano Columna Pasco. Acentúa la división entre la ciudad y San Juan Pampa, requiriendo la construcción de una nueva conexión vial entre ambas.
- Fase III (luego de 2005) Por la existencia de mineralización en toda la zona, es previsible una ampliación de este tajo, que alcanzaría nuevas áreas en la ciudad antigua, en el distrito de Simón Bolívar y en San Juan Pampa.

El problema social constante es la ubicación de viviendas, como ahora es el caso de la zona de Ayapoto, La compañía VOLCAN, inicio su proyecto de para ampliar su mina⁴² ubicada en la misma ciudad de Cerro de Pasco, este proyecto permitirá que la vida útil de la mina se incremente en 10 años adicionales, requerirá una inversión de US \$ 40 millones, cuyo desembolso se realizará en un lapso de cinco

⁴² El Comercio del 19 de septiembre del 2005

años. El proyecto consiste en explotar el área urbana llamada Ayapoto perteneciente al distrito de Simón Bolívar.

Anteriormente fue el caso del Barrio Matagente a los alrededores de antiguo Tajo Matagente, ya que el Tajo Raúl Rojas en el año 1995 por su antigüedad hubiese cesado de ser explotado en 1999 (el Tajo Raúl rojas ocupaba a mediados de 1995 aproximadamente 11% de área urbana) si no se ampliaba uniendo el antiguo Tajo Matagente y sus alrededores al Tajo Raúl Rojas. Narra CENTROMIN(1996) el caso del Tajo Matagente y el barrio Matagente que tenía 301 familias quienes contaban con títulos de propiedad. La ampliación del tajo Matagente afectó también directamente a aproximadamente 464 viviendas en los Asentamiento Humanos Arturo Robles, el Barrio Matadería y Columna Pasco, la población a ser desalojada buscaba introducirse en las zonas habitacionales críticas.

Bloqueo del desarrollo Urbano (uso del 40% aproximadamente, del área urbana con operaciones del tajo minero y depósito de desmontes) menciona Díaz y otros(2003) al ocupar 204 has entre tajo y operaciones mineras y 138 has para depósitos de desmontes cercano a la ciudad. Entre ambos ocupan casi un 40% del territorio urbano (de un total de aproximadamente de 1003 has) donde se ubica la ciudad. Reduciendo la densidad poblacional adecuada para el actual número de habitantes y sus proyectos de expansión.

Tabla 28 Área de Tajo Abierto aproximadamente.

Usos	Tajo (aprox. has)		
	1995	2006	2008
Tajo Raúl Rojas	100	132	152
Tajo Santa Rosa	11		
Tajo Matagente	4		
Ampliación programada	17		
Campamento de Ayapoto y alrededores		20	
Futuro Sitio de Avance			37
Total según Avance del Tajo	132	152	189

Fuente CENTROMIN y Elab Prop.

Los tipos de ocupación de vivienda se puede observar en Tabla 29 respecto a ello menciona CENTROMIN(1996): Las Asociaciones de Viviendas se han construido generalmente por grupos de trabajadores de las Empresas Públicas y mineras de la Ciudad y de alrededores; Los Barrios y Campamentos tienen zonas planas pero en algunos sitios muy próxima al tajo, tiene una trama irregular con manzanas y calles de formas variables, el suelo urbano está saturado y también la Minera viene adquiriendo las casas que se encuentran próximas al área de operaciones para demolerlas; Los Asentamientos Humanos surgen esencialmente de procesos migratorios que se aceleraron alrededor de los años 1980. Los pobladores atraídos por el mercado de trabajo urbano, aunque con bajos niveles de ingreso y en malas condiciones de vida.

Referente a los terrenos transferidos por la empresa CENTROMIN [Díaz y otros(2003)] mediante el Acta de negociaciones⁴³ CENTROIMIN Perú dio a la Municipalidad Provincial de Cerro de Pasco los terrenos específicamente de la Ciudad de Cerro de Pasco en 1998.

CENTROMIN(1996) comenta que existieron 10 Asentamientos Humanos reconocidos por la Municipalidad Provincial en 1996 con aproximadamente 22522 habitantes. La mayoría se instaló en terrenos de la ex Empresa CENTROMIN a modo de invasión ante la necesidad de contar con una vivienda propia, estos asentamientos cuentan con sus Directivas Vecinales elegidas democráticamente.

⁴³ El 20 de Mayo de 1998 en la ciudad de la Oroya se suscribió el Acta de la Tercera Reunión entre los representantes de la Municipalidad Provincial de Pasco y la empresa CENTROMIN Perú, con acuerdos en diferentes temas que resuelvan la compatibilización de desarrollo urbano y minero de Cerro de Pasco, dentro del marco legal vigente, esto se realizó antes de la privatización de la Minera.

Tabla 29 Asentamientos Humanos de la Ciudad de Cerro de Pasco.

	Nombre del Asentamiento Humano	Distrito	Fecha de Reconoc.	Área (ha)
1	José Carlos Mariátegui	Simón Bolívar	1982	21.6116
2	César Córdova Sinche	Chaupimarca	1985	1.2924
3	AA HH Acobamba	Huariaca	1983	
4	Columna Pasco	Yanacancha	1981	
5	Víctor Arias Vicuña	Chaupimarca	1983	
6	PP JJ Tupac Amaru	Chaupimarca	1978	
7	AA HH Yanacocha	Huariaca	1983	
8	AA HH Uliachín	Chaupimarca	1987	10.6123
9	AA HH Tahuantinsuyo	Chaupimarca	1981	
10	AA HH Víctor Raúl Haya de la Torre	Yanacancha	1984	12.1953
11	AA HH Daniel Alcides Carrión	Yanacancha	1993	
12	AA HH Luís Negreiros Vega	Huayllay	1986	
13	AA HH Arturo Robles Morales	Yanacancha	1995	
14	AA HH Miguel Bravo Quispe	Chaupimarca	1996	
15	AA HH Próceres	Yanacancha	1994	2.471
16	AA HH Santa Rosa	Chaupimarca	1997	
17	AA HH Techo Propio	Yanacancha	1995	
18	AA HH Cajamarquilla	Yanacancha	1998	
19	Asoc. Proviv. Gerardo Patiño López	Yanacancha	1989	6.5603
20	Asoc. Proviv. San Martín de Porras	Yanacancha	1989	0.4479
21	Asoc. Proviv. Los Trabaj UNDAC	Chaupimarca	1983	
22	Asoc. Proviv. San Sebastián	Chaupimarca	1993	
23	Asoc. Proviv. Gregorio Cornelio	Yanacancha	1991	
24	Asoc. Proviv. 27 de Noviembre	Yanacancha	1993	
25	Asoc. Proviv. de Trabaj de Salud	Chaupimarca	1995	
26	Asoc. Proviv. Trabaj Reg Agraria	Yanacancha	1983	
27	Asoc. Proviv. Huaricapcha	Chaupimarca	1996	1.5441
28	Centro Poblado de Paragsha	Simón Bolívar		10.8214
29	Pueblo Joven Las Casuarinas	Yanacancha		0.4475
30	Pueblo Joven Champamarca	Simón Bolívar		8.3973
31	Asentamiento Humano 1ro de Mayo	Yanacancha		0.1551
32	Asentamiento Humano Techo Propio	Yanacancha		6.3149
33	Pueblo Joven Misti	Chaupimarca		3.7548
34	Pueblo Joven Buenos Aires	Simón Bolívar		5.4212

Fuente Elab. de Díaz y otros(2003) y MINEC(2003).

En las Inmediaciones de Tupac Amaru (en la zona alta de Tahuantinsuyo) está la laguna Patarcocha en el área circulante el área pantanosa de la laguna Chaquicocha. CENTROMIN(1996) define que ha sido planificada para uso comercial por lo que su trama es una retícula ortogonal y rígida con un nivel medio de ocupación del suelo aproximadamente 2000 habitantes y 400 casas, hay un

colegio y un estadio colinda con la ciudad Antigua y con el Municipio (barrio 5 esquinas), entonces ahora hay un incremento respecto a los datos de vivienda y habitantes mencionados. La mayor parte de sus habitantes son comerciales, hay pocos mineros.

Características de las Viviendas menciona CENTROMIN(1996): Los campamentos de la Minera, que en 1996 en la Ciudad de Cerro de Pasco contaba con 1553 viviendas construidas estando en uso 1446 y ocupadas el 87.23%, desde la construcción de San Juan Pampa en los 70s la Minera no ha invertido en viviendas para sus trabajadores pues incurren en gastos, mientras los actuales mineros viven alrededor de la mina. Los trabajadores buscan tener una vivienda de la Empresa y así evitar el pago de alquiler, luz, agua, etc.; Las viviendas de la Ciudad Antigua son de 2 pisos de material de construcción de tapia, techos de calamina y piso de madera; En la zona de San Juan predominan las construcciones de 2 pisos de material noble muy aparte de los campamentos; En los pueblos Jóvenes son heterogéneas algunas de material noble (bloqueta o cemento) con 1 ó 2 pisos y otras de tierra, madera o cemento o mixtas.

De esta manera CENTROMIN(1996) señala que en general las condiciones de las viviendas de la Ciudad tanto en Campamentos como en Barrios pueden considerarse en malas condiciones tanto por ser pequeñas, como por estar en pésimo estado de conservación. El servicio de agua se da generalmente a través de piletas públicas en mal estado y en muchos casos carecen de servicios higiénicos y duchas. Haciendo una relación comparativa los Asentamientos Humanos presentan mejores condiciones de habitabilidad, los lotes varían entre 40 y 300 m², la mayoría tiene conexión de energía eléctrica y algunos tienen conexión domiciliar de servicios de agua otros se sirven de piletas públicas, el desagüe es

mínimo. Se estimó que en 1995 hubo un requerimiento de 3914 unidades de vivienda para 19570 habitantes. Según INEI(2005b) en las abastecimiento de Agua en hogar (Abastecimiento de Agua) que se muestra en la Tabla 30 tenemos en la red pública dentro de la vivienda un 49.18% y en la red pública fuera de la vivienda pero dentro del edificio un 19.68%.

En Díaz y otros(2003) se tiene información de CISEPA y PUCP donde define la Zona de Expansión de la Minera.

- Zona nor-este en el Distrito de Yanacancha, hoy salida a Milpo y Atacocha.
- Zona oeste de San Juan Pampa, en el Distrito de Yanacancha.
- Zona sur-este de la ciudad de Chaupimarca, por la actual salida asfaltada de la ciudad hacia la carretera central.
- Zona sur de la ciudad de Chaupimarca, Noruega Alta y Baja y Montecarlo, salida Uliachín-Yanamate hacia la carretera central.

Tabla 30 Abastecimiento de Agua en la Vivienda de los distritos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha.

Categorías	Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	7128	49.18%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro del edificio	2852	19.68%
Pilón de uso público	1412	9.74%
Camión-cisterna u otro similar	676	4.66%
Pozo	34	0.23%
Río, acequia, manantial o similar	863	5.95%
Otro	1528	10.54%
Total	14493	100.00%

Fuente INEI(2005b).

La mayoría cuenta con servicios de energía eléctrica pero muy pocas con servicio de agua y desagüe perjudicando el saneamiento ambiental en estos sectores afirma CENTROMIN(1996). Hay unas 8525 personas viviendo en Barrios y Campamentos en estas condiciones. Respecto a las viviendas MINEC(2003) afirma que cuenta con la red pública fuera de la vivienda y dentro del edificio como servicio compartido. El abastecimiento de agua para la Ciudad de Cerro de Pasco se hace a

través del Reservorio Paragsha del río San Juan menciona CENTROMIN(1996). La Minera quien estaba gestionando un convenio con la Empresa EMAPA Pasco S.A. para la transferencia de los sistemas secundarios actualmente EMAPA da el servicio de agua y se clorifica el agua diariamente.

El fluido eléctrico en la Ciudad de Cerro de Pasco es suministrada por ELECTROCENTRO, anteriormente le pertenecía a la empresa minera de turno. El fluido eléctrico es ofrecido en las siguientes modalidades: público, residencial, comercial e industrial. En cuanto a la población que cuenta con el servicio de alumbrado público sólo es el 66% y el 34% no cuenta con el servicio asevera MINEC(2003) basado en 1993. En la Tabla 31 tenemos lo porcentajes de Tipo de alumbrado de los distritos en estudio (Tipo Alumbrado) respecto a datos anteriores el uso de Electricidad llega en el 2005 a 94.46%.

Tabla 31 Tipo de alumbrado en los Distritos de Simón Bolívar, Chaupimarca y Yanacancha.

Categorías	Casos	%
Electricidad	14959	94.46%
Kerosene (mechero / lamparin)	178	1.12%
Petróleo / gas (lámpara)	6	0.04%
Vela	507	3.20%
Generador	17	0.11%
Otro	96	0.61%
No tiene	73	0.46%
Total	15836	100.00%
N.A. :	5160	

Fuente INEI(2005b).

MINEC(2003) La ciudad de Cerro de Pasco se encuentra fuertemente articulado, por ende ha logrado importancia en función a su ubicación geográfica, constituye un punto central a toda la provincia a través de la carretera central. En cuanto a medios de comunicación, la Ciudad de Cerro de Pasco cuenta con servicio de telefonía fija, telefonía celular, telefonía comunitaria, centrales telefónicas, telefonía pública, servicio de fax, internet por medio de Telefónica del Perú, también existe

señal de televisión y cable, asimismo tiene emisoras radiales de la zona; en AM y FM respectivamente. Además tiene una oficina de SERPOST S.A., para el envío de correspondencia. El servicio público de transporte de pasajeros está brindado y conformado por aproximadamente doce comités de taxis, autos colectivos y camionetas rurales (combis), de igual forma por 28 comités que prestan servicio de transporte interurbano, es decir, entre distritos de la Provincia de Pasco, y por último, la ciudad también cuenta con el servicio de transporte interprovincial y departamental contando con alrededor de 35 empresas que cubren la rutas de Pasco, Lima, Tingo María, Huanuco, Tarma, la Oroya y entre otros.

Cronología de los Conflictos de Uso de los Suelos en Cerro de Pasco recopilado de Díaz y otros(2003).

- Los terrenos superficiales hasta 1969 pertenecían a la División Ganadera de la Cerro de Pasco Corporation (terrenos agrícolas, ahora ciudad de Cerro de Pasco).
- A partir de la Reforma Agraria (1969), esta propiedad fue reducida a 1488.6 hectáreas y es conocida ahora como el polígono de Reservas Minera, donde la empresa podía disponer de la superficie y subsuelo.
- En 1971 el Gobierno Militar, emite el Decreto Ley 18863, donde los terrenos de San Juan Pampa pasa el Estado, menos las áreas que la empresa utilizaría para vivienda de sus trabajadores o instalaciones. Lamentablemente el Estado no cumplió con registrar la propiedad en el Registro de la Propiedad Inmueble de Pasco.
- En 1979 el Estado mediante otra ley transfiere las funciones de la Junta de Control Urbano a la Municipalidad Provincial de Pasco, esta última nunca realizó el proceso de independización y titulación individual.
- En 1994 la empresa cede terrenos para sus trabajadores, constituyendo éstos, la Asociación 27 de noviembre, tampoco tenía saneado su inscripción en Registros Públicos.
- El 20 de Mayo de 1998, se firma el acta de la tercera reunión del proceso de Diálogo Municipal Provincial de Pasco y CENTROMIN, lográndose que 13

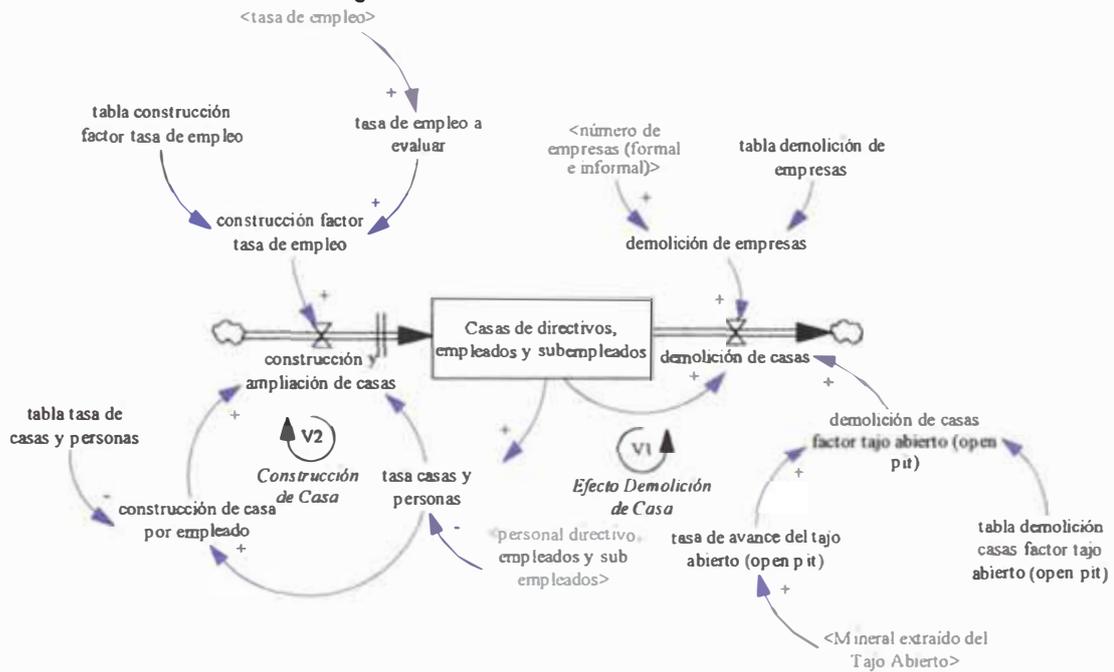
asentamientos humanos pasen a la Municipalidad Provincial, con un total de 89 hectáreas. Terrenos de la Hacienda Paria, la Asociación Provivienda Huaricapcha y el Asentamiento Humano César Córdova Sinche están en condiciones de ser transferida por la Empresa a la Municipalidad, pero esto debía ser definido en el Plan Director de la Ciudad.

LABOR(1998) menciona que la ex empresa Cerro de Pasco Corporation anterior de la CENTROMIN optó por agrupar a los mineros en campamentos, antes de incorporarlos como parte de la ciudad, de ese modo se ahorra costos en servicios urbanos y aseguraba un mayor control sobre la población obrera, la que de modo progresivo, así Cerro de Pasco concentró en su seno, un crecimiento urbano con barrios a partir de la acción de sus pobladores, comenzó a tener ingerencia en el crecimiento y desarrollo de la ciudad.

El gran problema es su ubicación indica Carhuaricra(1996), confundida con el laboreo minero metalúrgico de CENTROMIN y ahora VOLCAN. Esto generó un caos urbano particular y único en el país.

Díaz y otros(2003) Los impactos negativos que en ella se reproducen diariamente a causa directa de la actividad minera y sus componentes, son de tal magnitud que resulta casi imposible pensar en desarrollar una gestión urbano ambiental exitosa que se plantee convivir en un sólo espacio físico entre actividad minera a cielo abierto, con una planificación y desarrollo coherente de ciudad, alcanzando indicadores y cánones de habilidad y crecimiento saludable.

Figura 108 Vista del Modelo, Vivienda.



Fuente Elab. Prop.

Efecto Demolición de Casa (Lazo V1) la demolición de casas interviene factores como de *demolición de empresas* esta variable influenciado por el surgimiento de nuevos espacios para las empresas ya sean en otro tipo de espacios no empresariales. Un factor es de la demolición voluntaria del propietario respecto a *Casas de directivos, empleados y subempleados*, este factor es mínimo. La *demolición de casas factor tajo abierto (open pit)* es delimitado por la *tasa de avance del tajo abierto (open pit)* y la *tabla de demolición casas factor tajo abierto (open pit)*.

Construcción de Casa (Lazo V2) influenciado por la *tasa de empleo* mediante la *construcción factor tasa de empleo* así como de la *construcción de casa por empleado* y evaluado según la *tasa de casas y persona*.

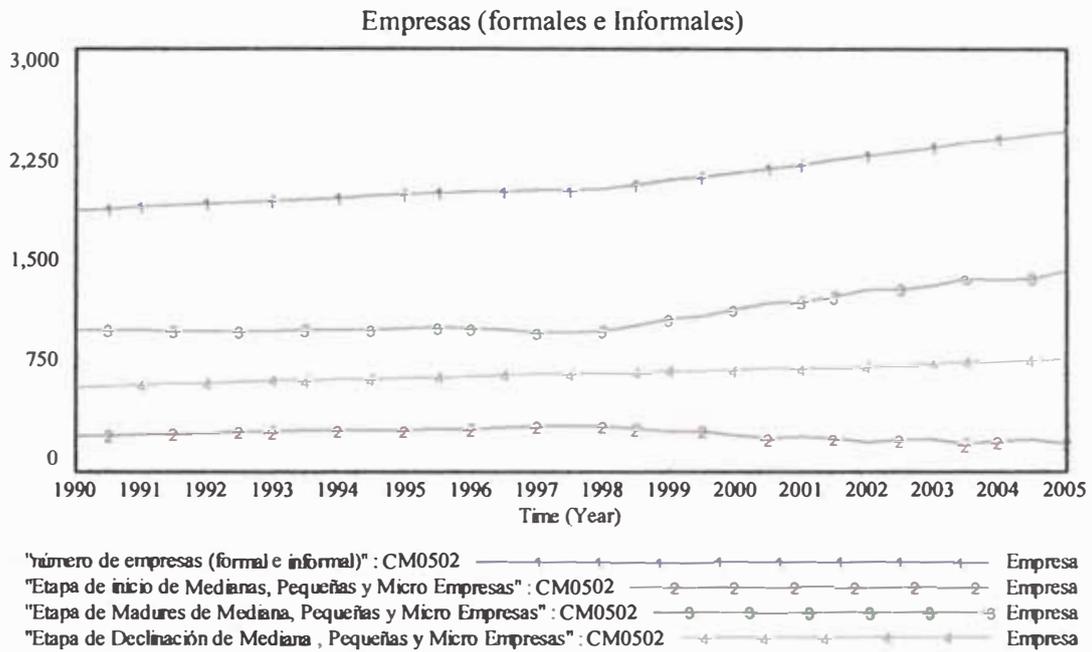
2.1.7 Empresarial

En Cerro de Pasco según MINEC(2003) se ha incrementado considerablemente produciéndose el crecimiento urbanístico, el cual ha concentrado una población de diferentes departamentos de la República, cuyos pobladores han constituido pequeños negocios comerciales como ferreterías, tiendas de abarrotes, restaurantes, mercados y hoteles que aproximadamente alcanzan a 48 y que albergan generalmente a trabajadores eventuales de las diferentes minas de esta provincia y al flujo de turistas que recibe la zona durante las diversas festividades.

La Ciudad de Cerro de Pasco limita cercanamente con los departamentos de Huanuco y Junín zona agrícola y ganadera (Huancayo, Tarma, Chanchamayo). Los principales Centros Poblados alrededor de la Ciudad y de la Minera, dentro de los distritos vinculados (Simón Bolívar, Yanacancha y Chaupimarca) son las Comunidades ganaderas de Rancas 10km, Quiulacocha 12km, Yurajhuanca 15km, además Pocobamba, Paucar y Sacra Familia, Pacopan, Tambopata, y San Pedro de Paco.

MINEC(2003) resalta que el aprovechamiento de los recursos minerales ha tenido y tiene en Cerro de Pasco la viabilización y optimización del acceso al lugar, la comunicación y las facilidades operativas. Por causas de estas es que se ha establecido un amplio corredor económico entre la capital del país y las provincias del departamento, porque además de ser una de las ciudades que concentran mayor población de la provincia, ha logrado importancia en función a su ubicación geográfica o al desarrollo de esta actividad productiva por ser la que genera el mayor número de empleos para la población, así mismo, el comercio y en una menor proporción el turismo.

Figura 109 Ejecución del Modelo, Empresas (formales e informales).



Fuente Resultados del Modelo de Empresas.

La presidencia de ministros ordenó al estado asumir la deuda externa de las empresas Estatales (una de las empresas fue de CENTROMIN) para negociarlas en su propia privatización en 1991, la Unidad de la Ciudad de Cerro de Pasco de la ex CENTROMIN se llegó a privatizar el año 1998.

Acerca de la riqueza minera de las zonas mineras aledañas y al igual que la Ciudad, CENTROMIN(1996) reseña en parte que la minería implica en otras actividades urbanas, cuando hay despidos de trabajadores mineros (por una negativa administración de la Minera o por cambios de administración o por bajar la demanda internacional de mineral o por optimizar y racionalizar la producción) ellos muchas veces retornan a sus lugares de origen, van a otros lugares o se dedican a la actividad agrícola, ganadera, transporte, comercio, etc.

Según MINEC(2003) define que en el departamento de Pasco hay una alta incidencia de la actividad comercial, manufacturera y minera, siendo la Ciudad de

Cerro de Pasco uno de los principales corredores entre la capital de la república y la selva central. Así también menciona MINEC(2003) que La actividad comercial se encuentra en la Ciudad de Cerro de Pasco siendo la intermedia entre los distritos de la provincia y del resto de la república. Esta actividad es más acentuada y de mayor flujo comercial en los distritos de Yanacancha y Chaupimarca por ser más próximos a la zona de operaciones mineras y por su carácter estratégico constituyen un punto geográfico central a toda la provincia.

El comercio es formal e informal como en el resto del País CENTROMIN(1996) narra que, los ambulantes se agrupan en calles y plazas aumentando su número durante las ferias martes y domingos, en los días miércoles y domingo, traen verduras de los alrededores como de Tarma, carne de la zona, ropa de Huancayo, Lima y Tacna, abarrotes de Lima (los días de pago en la Minera se intensifica el consumo), los comercios formales cubren todos los rumbos y todas la necesidades, un gran porcentaje cuentan con licencia Municipal y RUC. En la comunidad de Rancas (10 km de la ciudad y tiene una cooperativa de comercialización de leche y queso), los pobladores de esta comunidad han constituido una empresa de servicios que es propietaria de maquinarias.

La ciudad tiene además Municipio Provincial, Distritales como Yanacancha y de Paragsha (perteneciente al distrito de Simón Bolívar), Oficina Gubernamentales (Subregión Pasco, dependencia los diferentes Ministerios, etc.) y como de Policía Nacional, SUNAT, Telefónica, ELECTROCENTRO, FOCODES, Juzgados, Fiscalías, Sistema Bancario y financieras (Banco de la Nación, Continental, Crédito y Interbanc), también con Cajas Municipales como la de Huancayo, Cooperativa de Consumo y Crédito. Aunque la provincia de Pasco cuenta con afiliados de AFPs, no cuenta en la ciudad agencia alguna en la jurisdicción.

La ciudad de Cerro de Pasco se encuentra en la zona correspondiente a la región Puna, por esto menciona MINEC(2003) que no hay zonas de cultivo agrícolas importantes dentro del área de interés. La mayor parte de la flora silvestre como sustento de la flora para el ganado y uso medicinal en la zona se esta perdiendo tal como se ha podido apreciar en la conversaciones con algunos pobladores del lugar. Los camélidos domesticados juegan un papel importante en la economía de las comunidades campesinas de los alrededores.

La función económica de la Meseta del Bombón (se encuentra llegando a Cerro de Pasco de la carretera de Oroya a Pasco entre los departamento de Junín y Pasco) abastecedora de productos alimenticios (papas, carne) para algunas ciudades de Lima Huancayo, etc. Los alimentos de consumo habitual según Carhuaricra(1996) proceden de provincias como: Daniel Carrión, Tarma, Huancayo, Huanuco y la Merced Chanchamayo. Los alimentos procesados e industrializados llegan de la costa con la intermediación de Lima Metropolitana.

Los productos que interrelacionan al agro y la minería de la provincia de Pasco conforme Carhuaricra(1996) se muestran en la Tabla 32 y los productos que exceden la demanda del mercado interno son trasladados a otros mercados como Lima Metropolitana.

Tabla 32 Alimentos de consumo habitual de las familias de centros mineros.

Variedades	6 persona/mes	Unidad
Pan Labranza	1022	unidades
carne de res	8	kilogramos
carne de carnero	13	kilogramos
menudencia (res o carnero)	3	juegos
leche fresca de vaca	8	litros
variedad de papa	36	kilogramos

Fuente Encuesta 1987 Centro LABOR Cerro de Pasco.

Respecto a la Sierra⁴⁴ como canal de entrada del capitalismo menciona Carhuaricra(1996) que los insumos que utiliza la minería son: el eucalipto, cal, carbón y algunos implementos de seguridad (zapatos, mamelucos) que principalmente se fabrican en Huancayo y el mayor abastecimiento de insumos y equipos mineros proveniente del mercado internacional vía Lima, con insumos producidos en el país entre 1973 y 1977 los insumos de acuerdo con Carhuaricra(1996) dentro de la región significó solo 6.6% mientras que en 1980 y 1985 compro en la región solo 5.5%.

En el Departamento de Cerro de Pasco tiene actividades económicas marcadas en el PBI de acuerdo a su región en la parte de la selva (la Provincia de Oxapampa) se tiene producción agropecuaria y en la sierra (las Provincias de Daniel A. Carrión y Pasco) la minería, se puede observar las líneas de producción en la Tabla 33 que es representativa.

Tabla 33 Líneas de Producción (continua en la siguiente página).

Líneas de Producción Industrial	Provincias			Total	%
	Pasco	D. C.	Oxa.		
Procesamiento de carne			1	1	0.20%
Elaboración de productos lácteos.	4		6	10	2.03%
Elaboración de productos de molinería.	2		4	6	1.21%
Elaboración de almidones y productos derivados de almidón.	1		1	2	0.40%
Elaboración de productos de panadería.	72	4	13	89	18.08%
Elaboración de productos de base de azúcar.	1			1	0.20%
Elaboración de cacao, chocolate y productos de confitería	2			2	0.40%
Elaboración de otros productos alimenticios.	5		4	9	1.82%
Destilación, rectificación de mezclas de bebidas alcohólicas.	2		3	5	1.01%
Elaboración de bebidas no alcohólicas.	1		4	5	1.01%
Preparación hiladura de fibras textiles.	2			2	0.40%
Acabado de productos textiles.	4			4	0.81%
Fabricación de artículos confeccionados de materiales textiles.	1			1	0.20%
Fabricación de tapices y alfombras.	1			1	0.20%

Fuente Padrón General de Empresas Industriales de la Región MITINCI Pasco 2003.

⁴⁴ Se refiere a la región Sierra que ocupa en los Andes de Perú es paralelo al este respecto a la costa, la selva se encuentra como toda una franja al oeste del País entre Brasil y la región Sierra.

Tabla 33 Líneas de Producción (sigue de la página anterior).

Líneas de Producción Industrial	Provincias			Total	%
	Pasco	D. C.	Oxa.		
Acabado de productos textiles.	1		1	2	0.40%
Fabricación de tejidos, artículos de punto y ganchillo.	1			1	0.20%
Fabricación de prendas de vestir.	16		4	20	4.06%
Fabricación de calzados de cuero.	3		2	5	1.01%
Aserrado y acepilladura de madera.	7	2	24	33	6.70%
Fabricación de pares y piezas de madera.	8		6	14	2.84%
Fabricación de otros productos de madera.	14	2	1	17	3.45%
Edición de otras publicaciones.	1			1	0.20%
Edición de publicaciones.	4		1	5	1.01%
Edición de grabaciones.			1	1	0.20%
Otras actividades de edición.			3	3	0.60%
Actividades de impresión.	47		5	52	10.56%
Actividades de servicios relacionados con la impresión.	13		1	14	2.84%
Reproducción de grabaciones.	1			1	0.20%
Fabricación de productos de hornos de coque.	1			1	0.20%
Fabricación de otros productos químicos.	2			2	0.40%
Fabricación de cámaras de caucho.	1		1	2	0.40%
Fabricación de productos de vidrio.	1			1	0.20%
Fabricación de cal y yeso.	21			21	4.26%
Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso.	13			13	2.64%
Fabricación de otros productos minerales no metálicos.	5		1	6	1.21%
Industria básica de hierro y acero.	1			1	0.20%
Fabricación de productos metálicos para el uso estructural.	8		2	10	2.03%
Mecánica en general.	18			18	3.65%
Fabricación de otros productos de metal.	6			6	1.21%
Fabricación de otros tipos de maquinarias.	1			1	0.20%
Fabricación de repuestos de maquina para minas y canteras.	1			1	0.20%
Fabricación de aparatos de uso doméstico.	2		1	3	0.60%
Fabricación de batería.	1			1	0.20%
Fabricación de dientes postizos.	2			2	0.40%
Fabricación de instrumentos y aparatos.	1			1	0.20%
Fabricación de instrumentos de óptica y equipo fotográfico.	1			1	0.20%
Fabricación de carrocerías para vehículos automotores.	1			1	0.20%
Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores.	2			2	0.40%
Reparación de embarcaciones de recreo.			1	1	0.20%
Fabricación de bicicleta.	1			1	0.20%
Fabricación de muebles	36	1	35	72	14.63%
Fabricación de joyas y artículos conexos.	1			1	0.20%
Otras industrias manufactureras.	9		6	15	3.04%
TOTAL 53	351	9	132	492	100%

Fuente Padrón General de Empresas Industriales de la Región MITINCI Pasco 2003.

En la Ciudad Minera respecto a la Industria refiere CENTROMIN(1996) que aparte de la Minera, se encuentra una carencia de Industrias de transformación y las actividades artesanales son reducidas. La ciudad de Pasco su población en los últimos años de acuerdo con MINEC(2003), se ha dedicado a la industria, mediante pequeñas y medianas empresas, los cuales contribuyen en mínima proporción a la economía de la región mediante la creación de puestos de trabajo, salarios y otros aspectos.

Las principales actividades según menciona MINEC(2003) son la producción de helados, panadería, licores, tejidos de punto, prendas de vestir, calzados de cuero, muebles y accesorios de madera, impresiones, yeso bloques de concreto, productos metálicos estructurados, baterías, etc. Todos estos productos se encuentran agrupados en los siguientes rubros de industria, comercio y artesanía.

LABOR(1998)⁴⁵ recalca que la existencia de un marcado grado de desarticulación de la industria con el resto de los sectores especialmente con la Minera y el progresivo incremento de la articulación con el exterior vía las importaciones, no permite el desarrollo de la industria compatible con las necesidades de ampliación y diversificación de la estructura productiva del área.

MINEC(2003) menciona que acuerdo con la Metodología de determinación de la pobreza a través de la encuesta de hogares con necesidades básicas insatisfechas del Instituto Nacional de Estadística e Informática, ha determinado un nivel promedio de ingreso ha nivel departamental (no se ha podido hacer ha nivel distrital), de aproximadamente de S 250 Nuevos Soles, que equivale a aproximadamente \$ 72 dólares Americanos mensuales.

⁴⁵ Lineamientos de políticas de desarrollo para el área de influencia de CENTROMIN, CENTROMIN e Instituto Nacional de Planificación Huancayo Agosto 1979

Comenta en LABOR(1998) de alguna manera los casos del Valle de Mantaro y de la Meseta de Bombón tiene dependencia directa e indirectamente de la minería, pero uno mas que el otro. El Valle del Mantaro⁴⁶ presenta una economía muy relacionada a actividades productivas no agotables como la agropecuaria y por ende presenta un desarrollo más autónomo que los de la Meseta del Bombón.

⁴⁶ En el Departamento de Junín, vecino del Departamento de Cerro de Pasco.

Ingreso de Empresas (Lazo EM1) Proviene de empresas creadas estas en función de las empresas creadas espontáneamente y las empresas creadas por factor educación esta última tiene un grado de efectividad de la educación que es una variable relevante.

*Variación de Empresas (Lazo EM2) varían por las transacciones que afectan directamente al equilibrio del número de empresas que pueden convivir en los límites de la oferta y demanda de la ciudad, las que influyen directamente con el comportamiento de las empresas en las variables de *factor de declinación de nueva empresa*, del *factor de declinación de etapa de madurez* y del *factor de fin de la empresa*.*

2.2 Validación

Los Sub sistemas evaluados no se formularon con tanto detalle sólo se ha rescatado las variables mas resaltantes de los sub sistemas para representatividad del Sistema evaluado. Fueron consultados y evaluados por profesionales de cada especialidad enfocándose en el comportamiento a los datos históricos.

Respecto a lo *Demográfico* las tablas de fertilidad y expectativa de vida se formularon según datos del INEI, estos valores descansan sobre proyecciones del INEI al igual que sus errores estos no mencionan sus técnicas de proyección.

Respecto a la *Minería* resalta el comportamiento oscilatorio en la explotación de las canteras al igual que el proceso de concentrado, los datos evaluados es casi constante dentro de un margen de tiempo.

Respecto al *Medioambiente* son formulados en función del punto de monitoreo que están en base al momento mas representativo durante el día de la muestra. Se han basado en la función senoidal pues esta función es la que mas se aproxima a su comportamiento.

Respecto a lo *Laboral* la población económicamente activa al igual que su porcentaje es particular para nuestro modelo pues en el caso de la población económicamente se añadió tanto las labores formales como informales esto incumbe labores eventuales.

Respecto a la *Educación* en un aproximamiento de 1996 se evaluó la población inicial, escolar y secundario alrededor de 18000 alumnos en la Ciudad, el modelo arroja una población de 24751 alumnos, incluyendo los no escolarizados, la

disminución de alumnos contrasta con la realidad pues la tasa de natalidad ha disminuido con relación a los 80s.

Tabla 34 Errores evaluados según área.

Variable	Datos	error
Población	2	0.02779428
Mineral Extraído del Tajo Abierto	11	0.03770051
Mineral Extraído de la Mina Subterránea	11	0.01661671
concentrado de plomo	13	0.01436607
concentrado de zinc	13	0.01426360
conversión a producción a cátodos de cobre	8	0.22768106
mineral total extraído	11	0.02871396
mineral tratado en la concentradora	11	0.00952571
pto 201 agua: industrial huicra	4	0.06741410
pto 202 agua: efluente agua industrial paragsha	4	0.06338896
pto 210 agua: efluente agua ácida yanamate	4	0.14085503
pto 213 agua: río san juan antes del afluente	4	0.07607611
pto 214 agua: río san juan después del efluente	4	0.02505597
pto 215 agua: efluente total de cerro de pasco	4	0.22669730
pto 202 agua: ph	4	0.00760746
pto 214 agua: ph	4	0.16379866
pto 215 agua: ph	3	0.19474710
pto 202 agua: tss	4	0.53764039
pto 214 agua: tss	4	0.12842238
pto 215 agua: tss	3	0.20725927
pto 303 agua: unión stock pile rumiallana	2	0.26953238
pto 201 aire: colegio san andrés en paragsha (ppm)	1	0.11830194
pto 202 aire: colegio ricardo palma de esperanza (ppm)	1	0.05674588
pto 203 aire: antiguo centro educativo de champamarca (ppm)	1	0.05281958
pto 204 aire: colegio industrial de chaupimarca (ppm)	1	0.12426552
pto 206 aire: noreste del pabellón 42 de san juan parte baja (ppm)	1	0.30521842
pto 201 aire: plomo	1	0.02852685
pto 202 aire: plomo	1	0.04029648
pto 203 aire: plomo	1	0.14603144
pto 204 aire: plomo	1	0.32828009
pto 205 aire: plomo	1	0.01973845
pto 206 aire: plomo	1	0.22565698
personal en la administración minera estatal y privada	12	0.04723728
ingresantes a la universidad	10	0.04404826
Universidad Pregrado	10	0.17557754
Bachilleres	11	0.18094818
pregrado titulados	11	0.13943746

Fuente Elab. Prop.

Respecto a la *Vivienda* una fuente evaluó que en 1995 se tenían 11201 viviendas, en el modelo 12630 y también que en el 2005 se tenía alrededor de 12903

viviendas y en el modelo 14135. En función a otras variables se menciona que en 1995 se encontraron 16515 familias de trabajadores viviendo cerca de la ciudad, esto no significa que cada una de ellas tenga casa propia sino parte de ella.

Respecto a lo *Empresarial* los datos empresariales al igual que el subsistema laboral no incluyen datos de la labor informal que a su vez conciernen el empleo estacional ya que estos se observan alrededor de los comercios. Los datos empresariales abarcan todos los niveles de empresa hasta el vendedor que ofrece deambulando sus productos en las calles se ha evaluado de manera de observación ya que esto no está documentado ni censado.

Se ha evaluado la diferencia según las áreas de las funciones que dan los datos históricos y datos evaluados mediante la dinámica de sistemas, puesto que con el método de Chi cuadrado no se ha podido evaluar por tener una muestra menor que 20 pues en el mejor de los casos se tiene de 1990 al 2005 que sería 16 y en el peor de los casos se tienen sólo un año. En el caso de la población en el que se ha evaluado en función a dos años de los dos únicos censos como de 1993 y del 2005 se evaluaron el margen de error según área en la Tabla 34.

En el caso de las variables no descritas se tienen datos cualitativos evaluados según todas las descripciones de Subistemas expuestos anteriormente, los datos encontrados en la bibliografía, expuestas de manera descriptiva son datos calculados con un margen de error no descrito por los autores, estos datos se evaluaron en el modelo según su comportamiento y supuestos.

Las variables del sistema se dividen en nombre, unidades y tipo. En el que las unidades según la variable del sistema respectivamente como Persona, Tonelada,

Casa, Empresa, Desocupado, Trabajador, ug, m3, mt, mg, l, ph y Dmnl⁴⁷ también con las unidades de tiempo Year y día. El tipo de variable menciona si son de nivel o variable, en el caso que sea flujo es mencionado como variable. En el caso cuando realizan operaciones con varias variables y cada una de estas tengan su tipo de variable (unidades de la variable), se operan su tipo de variable, la variable resultante tiene su valor numérico y su tipo de variable respectivamente. En el caso que en la variable resultante no concuerde su tipo de variable de la operación en la práctica esta se multiplica con una variable adicional tipo Dmnl para que concuerde el tipo de variable final. La explicación es sencilla cualquier tipo de variable (unidad) que es multiplicado con el tipo de variable Dmnl (sin dimensión) tiene como resultado cualquier tipo de variable (unidad).

Tabla 35 Variables del Sistema (continúa en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
1	acumulación de calidad de mineral de la veta	Dmnl	Nivel
2	acumulación de stock pile	Tonelada/Year	Variable
3	agua desmonte excelsior y agua de mina normales	m3/día	Variable
4	alineación de la producción de concentrado con el mineral total extraído	Dmnl	Variable
5	alumnos de educación inicial, primaria y secundaria	Persona	Variable
6	Aptos PosSecundaria	Persona	Nivel
7	Bachilleres	Persona	Nivel
8	brecha de atracción y repulsión de personas	1/Year	Variable
9	brecha de explotación minera del tajo abierto	Dmnl	Variable
10	brecha de la explotación de la mina subterránea	Dmnl	Variable
11	calidad de mantenimiento	Dmnl	Variable
12	cambio de explotación del tajo abierto	Tonelada/(Year*Year)	Variable
13	cambio e ingreso de maquinarias operativas	Dmnl	Variable
14	cambio e ingreso de personal minero	Dmnl	Variable
15	cantidad de plomo por concentrado	1/Year	Variable
16	capacidad de factor de evolución de zinc	Dmnl	Variable
17	capacidad normal de mejora	Dmnl	Variable
18	capacitación para la nivelación de destreza	1/Year	Variable
19	Casas de directivos, empleados y subempleados	Casa	Nivel

Fuente Elab. Prop.

⁴⁷ Dimensionless (sin dimensión).

Tabla 35 Variables del Sistema (continua en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
20	Centros Superiores	Persona	Nivel
21	cercanía a los stock piles cerca a excelsior	Dmnl	Variable
22	comportamiento de la producción de la planta sx	1/Year	Variable
23	Concentrado acumulado de Plomo desde 1990	Tonelada	Nivel
24	Concentrado acumulado de Zinc desde 1990	Tonelada	Nivel
25	concentrado de plomo	Tonelada/Year	Variable
26	concentrado de zinc	Tonelada/Year	Variable
27	condiciones de diseminación de contaminación que presentan las faldas de las montañas	Dmnl	Variable
28	construcción de casa por empleado	Casa/Year	Variable
29	construcción factor tasa de empleo	Casa/Year	Variable
30	contemporáneo a educación superior no universitaria	Persona	Variable
31	contemporáneo para estudio ocupacional	Persona	Variable
32	contemporáneos a la educación inicial regular de 3 a 5 años	Persona	Variable
33	contemporáneos a la educación post secundaria 17 a 44	Persona	Variable
34	contemporáneos a la educación primaria regular de 6 a 11 años	Persona	Variable
35	contemporáneos a la educación secundaria regular de 12 a 16 años	Persona	Variable
36	contemporáneos para la universidad	Persona	Variable
37	contemporáneos a primaria no regular	Persona	Variable
38	contemporáneos a secundaria no regular	Persona	Variable
39	contemporáneos en universidad pre grado	Persona	Variable
40	contemporáneos universidad pos grado	Persona	Variable
41	contemporáneos a la universidad	Persona	Variable
42	conversión a producción de cátodos de cobre	Tonelada	Variable
43	construcción y ampliación de casas	Casa/Year	Variable
44	decisiones de saneamiento económico para la privatización de la empresa minera	Dmnl	Variable
45	declinación de nueva empresa	Empresa/Year	Variable
46	declinación de una empresa en etapa de madurez	Empresa/Year	Variable
47	demolición de casas	Casa/Year	Variable
48	demolición de casas factor tajo abierto (open pit)	Casa/Year	Variable
49	demolición de empresas	Casa/Year	Variable
50	demora de estudios posgrado	Persona	Variable
51	demora de finalización de las reservas de la mina	Dmnl	Variable
52	demora de tasa de origen de nueva empresa	Dmnl	Variable
53	demora en estudios ocupacional	Persona	Variable
54	demora en grados de primaria	Persona	Variable
55	demora en grados de secundaria	Persona	Variable
56	demora en pregrado	Persona	Variable
57	demora en primaria no regular	Persona	Variable
58	demora en repitencia de grado tiempo en retornar estudios	Persona	Variable
59	demora estudios en centros superiores	Persona	Variable
60	desecho de mineral por mineral bruto	1/Year	Variable
61	desecho de mineral por procesamiento	Tonelada/Year	Variable
62	desempeño actual por capacitación	Dmnl	Variable

Fuente Elab. Prop.

Tabla 35 Variables del Sistema (continua en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
63	desempeño operacional actual	Dmnl	Nivel
64	desempeño operacional inicial	Dmnl	Variable
65	desempeño operacional potencial	Dmnl	Nivel
66	deseo de origen de nuevas empresas	Dmnl	Variable
67	desocupado	Desocupado	Variable
68	desvío de afluentes de stock piles de rumiallana	m3/dia	Variable
69	distancia pto 201 aire, con la concentradora	mt	Variable
70	distancia pto 202 aire, con la concentradora	mt	Variable
71	distancia pto 203 aire, con la concentradora	mt	Variable
72	distancia pto 204 aire, con la concentradora	mt	Variable
73	distancia pto 205 aire, con la concentradora	mt	Variable
74	distancia pto 206 aire, con la concentradora	mt	Variable
75	docentes de centros ocupacionales	Dmnl	Variable
76	docentes de centros superiores	Dmnl	Variable
77	docentes de inicial regular	Dmnl	Variable
78	docentes de la universidad	Dmnl	Variable
79	docentes de primaria no regular	Dmnl	Variable
80	docentes de primaria regular	Dmnl	Variable
81	docentes de secundaria no regular	Dmnl	Variable
82	docentes de secundaria regular	Dmnl	Variable
83	docentes educación básica y superior	Trabajador	Variable
84	Efectividad de la Educación	Dmnl	Variable
85	efectividad de la plata sx	Dmnl	Variable
86	efectividad de operaciones tajo	Dmnl	Variable
87	efectividad de seguimiento de la veta	Dmnl	Variable
88	efecto de la mejora continua	Dmnl	Variable
89	egresados de secundaria completa	Persona	Variable
90	egresados de secundaria no regular	Persona/Year	Variable
91	egresados de secundaria regular	Persona/Year	Variable
92	egreso de personas	1/Year	Variable
93	empresas creadas	Empresa/Year	Variable
94	empresas creadas espontáneamente	Empresa/Year	Variable
95	empresas creadas por factor educación	Empresa/Year	Variable
96	entrada a la planta sx	Dmnl	Variable
97	entrada de mineral a tratar	Tonelada/Year	Variable
98	expectativa de vida	Year	Variable
99	estudiantes de comunidades vecinas y estudiantes en otras cedes	Persona	Variable
100	estudios concluidos de centro ocupacional	Persona/Year	Variable
101	estudios concluidos de pregrado	Persona/Year	Variable
102	estudios concluidos en centro superior	Persona/Year	Variable
103	estudios concluidos post grado	Persona/Year	Variable
104	estudios no concluidos posgrado	Persona/Year	Variable
105	estudios no concluidos o traslados primaria no regular	Persona/Year	Variable
106	estudios no concluidos de centro ocupacional	Persona/Year	Variable
107	estudios no concluidos en centro superior	Persona/Year	Variable

Fuente Elab. Prop.

Tabla 35 Variables del Sistema (continua en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
108	estudios no concluidos o traslados de inicial regular	Persona/Year	Variable
109	estudios no concluidos o traslados de primaria regular	Persona/Year	Variable
110	estudios no concluidos o traslados de secundaria regular	Persona/Year	Variable
111	estudios no concluidos o traslados secundaria no regular	Persona/Year	Variable
112	estudios no concluidos pregrado	Persona/Year	Variable
113	Etapa de Declinación de Mediana , Pequeñas y Micro Empresas	Empresa	Nivel
114	Etapa de inicio de Medianas, Pequeñas y Micro Empresas	Empresa	Nivel
115	Etapa de Madures de Mediana, Pequeñas y Micro Empresas	Empresa	Nivel
116	ex administración estatal pre privatización	Trabajador	Nivel
117	Excavación de la Mina Subterránea	Dmnl	Nivel
118	Excavación del Tajo Abierto	Dmnl	Nivel
119	extracción de la mina subterránea	Tonelada/Year	Variable
120	extracción del tajo abierto	Tonelada/Year	Variable
121	extracción total de mineral	Tonelada/Year	Variable
122	factor de fin de la empresa	Empresa/Year	Variable
123	factor de personas y empresas por productos y servicios	Trabajador	Variable
124	factor de producción en planta sx	1/Year	Variable
125	factor declinación de etapa de madurez	Empresa/Year	Variable
126	factor declinación de nueva empresa	Empresa/Year	Variable
127	factor neto de evolución de plomo	1/Year	Variable
128	factor neto de evolución de zinc	Dmnl	Variable
129	fertilidad total	Dmnl	Variable
130	fin de la empresa en declinamiento	Empresa/Year	Variable
131	FINAL TIME 2050	Year	Variable
132	foráneos 0 a 14	Persona/Year	Variable
133	foráneos de 15 a 44	Persona/Year	Variable
134	foráneos de 45 a 64	Persona/Year	Variable
135	grado de bachiller	Persona/Year	Variable
136	imagen de brecha de atracción y repulsión de la población a evaluar	Dmnl	Variable
137	impacto de la nueva tecnología en uso	Dmnl	Variable
138	impacto de la tecnología en el pb	Dmnl	Variable
139	impacto por mejora en el rendimiento de la concentradora	m3/día	Variable
140	incremento por afluentes y filtraciones	m3/día	Variable
141	ingresantes a la universidad	Persona/Year	Variable
142	ingresantes a centros ocupacionales	Persona/Year	Variable
143	ingresantes a centros superiores	Persona/Year	Variable
144	ingresantes a inicial regular	Persona/Year	Variable
145	ingresantes a primaria no regular	Persona/Year	Variable
146	ingresantes a primaria regular	Persona/Year	Variable
147	ingresantes a secundaria no regular	Persona/Year	Variable
148	ingresantes a secundaria regular	Persona/Year	Variable
149	ingreso a posgrado	Persona/Year	Variable
150	ingreso de personas	1/Year	Variable
151	Inicial Regular	Persona	Nivel
152	iniciativa potencial de creación de empresas factor espontáneamente	Trabajador/Empresa	Variable

Fuente Elab. Prop.

Tabla 35 Variables del Sistema (continua en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
153	iniciativa potencial de creación de empresas factor educación	Persona	Variable
154	INITIAL TIME 1990	Year	Variable
155	maduración 14 a 15	Persona/Year	Variable
156	maduración 44 a 45	Persona/Year	Variable
157	maduración 64 a 65	Persona/Year	Variable
158	maestros titulados	Persona/Year	Variable
159	mantenimiento general o cambio de unidades	1/Año	Variable
160	mantenimiento o renovación de equipos de excavación	1/Año	Variable
161	Mejora continua deseada de la mina subterránea	Dmnl	Nivel
162	mejora del servicio del desagüe en yanacancha	m3/día	Variable
163	mejora en el flujo del desagüe en chaupimarca	m3/día	Variable
164	mejora rendimiento paragsha valores positivos	m3/día	Variable
165	mejoras en la elaboración del concentrado	Dmnl	Variable
166	Mineral extraído de la Mina Subterránea	Tonelada/Year	Nivel
167	Mineral extraído del Tajo Abierto	Tonelada/Year	Nivel
168	mineral no tratado en stock piles	Tonelada	Variable
169	Mineral no tratado usado de la Mina Subterránea	Tonelada	Nivel
170	Mineral no tratado usado del Tajo Abierto	Tonelada	Nivel
171	mineral total extraído	Tonelada/Year	Variable
172	Mineral total no tratado desde 1990	Tonelada	Nivel
173	mineral tratado diariamente	Tonelada/día	Variable
174	Mineral Tratado en la Concentradora	Tonelada	Nivel
175	mortalidad 0 a 14	1/Year	Variable
176	mortalidad 15 a 44	1/Year	Variable
177	mortalidad 45 a 64	1/Year	Variable
178	mortalidad 65 a mas	1/Year	Variable
179	muertes 65 a más y egreso de persona	Persona/Year	Variable
180	muertes de 0 a 14 y egreso de persona	Persona/Year	Variable
181	muertes de 15 a 44 y egreso de persona	Persona/Year	Variable
182	muertes de 45 a 64 y egreso de persona	Persona/Year	Variable
183	nacimientos	Persona/Year	Variable
184	nivel de mejora	Dmnl	Variable
185	nivel de producción deseado de la mina subterránea	Dmnl	Variable
186	nivel de producción deseado del tajo abierto	Dmnl	Variable
187	nivel deseado de producción	Dmnl	Variable
188	número de empresas (formal e informal)	Empresa	Variable
189	Ocupacional	Persona	Nivel
190	origen de nueva empresa	Empresa/Year	Variable
191	pb río san juan después del efluente de pasco	mg/l	Variable
192	perfil de producción de cátodos de cobre	Dmnl	Nivel
193	periferia a los relaves de la laguna quiulacocha	ug/m3	Variable
194	personal docente administrativo de educación básica y superior	Trabajador	Variable
195	personal con ingresos independientes	Trabajador	Variable
196	personal de las empresas	Dmnl	Variable
197	personal directivo, empleados y sub empleados	Trabajador	Variable

Fuente Elab. Prop.

Tabla 35 Variables del Sistema (continua en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
198	personal en la administración minera Estatal y Privada	Trabajador	Variable
199	personal en medianas, pequeñas y micro empresas (formal e informal)	Trabajador	Variable
200	personal en organismos estatales municipales y no estatales	Trabajador	Variable
201	personal general de la nueva empresa privada en 1998	Dmnl	Variable
202	personas de comunidades vecinas	Trabajador	Variable
203	ph en el río san juan después de con el efluente de pasco	Dmnl	Variable
204	plomo variación	Dmnl	Variable
205	población	Persona	Variable
206	Población 0 a 14	Persona	Nivel
207	Población 15 a 44	Persona	Nivel
208	Población 45 a 64	Persona	Nivel
209	Población 65 a mas	Persona	Nivel
210	población a evaluar	Persona	Variable
211	población ciudad antigua y sus alrededores e incremento por lluvias	m3/dia	Variable
212	población económicamente activa, y labor informal	Persona	Variable
213	población inicial de 0 a 14	Persona	Variable
214	población inicial de 14 a 15	Persona	Variable
215	población inicial de 45 a 64	Persona	Variable
216	población inicial de 65 a mas	Persona	Variable
217	población mas brecha de atracción y repulsión	Persona	Variable
218	población potencialmente económicamente activa	Persona	Variable
219	porcentaje máximo de mejora	Dmnl	Variable
220	Pos Grado	Persona	Nivel
221	pregrado titulados	Persona/Year	Variable
222	Primaria No Regular	Persona	Nivel
223	Primaria Regular	Persona	Nivel
224	probable comportamiento variación conforme brecha	Dmnl	Variable
225	proceso de lixiviación	Dmnl	Variable
226	producción en tratamiento	Dmnl	Variable
227	producción por desempeño	1/Year	Variable
228	pto 201 agua: industrial huicra	m3/dia	Variable
229	pto 201 aire: colegio san andrés en paragsha (ppm)	ug/m3	Variable
230	pto 201 aire: plomo	ug/m3	Variable
231	pto 202 agua: efluente agua industrial paragsha	m3/dia	Variable
232	pto 202 agua: pb	mg/l	Variable
233	pto 202 agua: ph	ph	Variable
234	pto 202 agua: tss	mg/l	Variable
235	pto 202 aire: colegio ricardo palma de esperanza (ppm)	ug/m3	Variable
236	pto 202 aire: plomo	ug/m3	Variable
237	pto 203 aire: antiguo centro educativo de champamarca (ppm)	ug/m3	Variable
238	pto 203 aire: plomo	ug/m3	Variable
239	pto 204 Aire: colegio industrial de chaupimarca (ppm)	ug/m3	Variable
240	pto 204 aire: plomo	ug/m3	Variable

Fuente Elab. Prop.

Tabla 35 Variables del Sistema (continua en la siguiente página).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
242	pto 205 aire: plomo	ug/m3	Variable
243	pto 206 aire plomo	ug/m3	Variable
244	pto 206 aire: noreste del pabellón 42 de san juan parte baja (ppm)	ug/m3	Variable
245	pto 210 agua: efluente agua ácida yanamate	m3/dia	Variable
246	pto 213 agua: río san juan antes del afluente	m3/dia	Variable
247	Pto 214 Agua: Pb	mg/l	Variable
248	pto 214 agua: ph	ph	Variable
249	pto 214 agua: río san juan después del efluente	m3/dia	Variable
250	pto 214 agua: tss	mg/l	Variable
251	pto 215 agua: efluente total de cerro de pasco	m3/dia	Variable
252	pto 215 agua: pb	mg/l	Variable
253	pto 215 agua: ph	ph	Variable
254	pto 215 agua: tss	mg/l	Variable
255	pto 303 agua: unión stock pile rumiallana	m3/dia	Variable
256	Reservas de Mina Subterránea	Tonelada	Nivel
257	Reservas del Tajo Abierto	Tonelada	Nivel
258	reservas totales	Tonelada	Variable
259	residuos sólidos de mineral extraído en concentrado	Dmnl	Variable
260	residuos sólidos en el río san juan con el efluente de pasco	mg/l	Variable
261	retardo de egreso de personas	1/Year	Variable
262	retazo del proceso de producción	Dmnl	Variable
263	retrazo de acarreo a stock de mineral no tratado	Year	Variable
264	retrazo en la entrada del mineral	Year	Variable
265	salida secundaria completa	Persona/Year	Variable
266	salidas de cátodos de cobre	1/Year	Variable
267	SAVEPER	Year [0,?]	Variable
268	Secundaria No Regular	Persona	Nivel
269	Secundaria Regular	Persona	Nivel
270	Stock de mineral no tratado	Tonelada	Nivel
271	tabla construcción factor tasa de empleo	Dmnl	Tabla
272	tabla de efecto de mejora continua	Dmnl	Tabla
273	tabla de empresas creadas factor educación	Dmnl	Tabla
274	tabla de expectativa de vida	Dmnl	Tabla
275	tabla de factor neto de efecto de evaluación del zinc	Dmnl	Tabla
276	tabla declinación de la etapa de madurez	Empresa/Year	Tabla
277	tabla declinación nueva empresa	Empresa/Year	Tabla
278	tabla demolición casas factor tajo abierto (open pit)	Dmnl	Tabla
279	tabla demolición de empresas	Dmnl	Tabla
280	tabla empresas creadas espontáneamente	Dmnl	Tabla
281	tabla fertilidad total	Dmnl	Tabla
282	tabla fin de la empresa	Empresa/Year	Tabla
283	tabla mortalidad 0 a 14	1/Year	Tabla

Fuente Elab. Prop.

Tabla 35 Variables del Sistema (sigue de la página anterior).

Nro	Nombre	Unidades	Tipo
284	tabla mortalidad 15 a 44	1/Year	Tabla
285	tabla mortalidad 45 a 64	1/Year	Tabla
286	tabla mortalidad 65 a mas	1/Year	Tabla
287	tabla tasa de casas y personas	Dmnl	Tabla
288	tasa casas y personas	Casa/Trabajador	Variable
289	tasa de atracción o expulsión de personas	Dmnl	Variable
290	tasa de avance del tajo abierto (open pit)	Dmnl	Variable
291	tasa de concentrado probable de plomo	1/Year	Variable
292	tasa de concentrado probable de zinc	1/Año	Variable
293	tasa de contemporáneos a educación superior no universitaria	Tonelada/Year	Variable
294	tasa de contemporáneos en universidad pregrado	Persona/Year	Variable
295	tasa de contemporáneos estudios ocupacional	Persona/Year	Variable
296	tasa de decremento de nuevas empresas	Dmnl	Variable
297	tasa de deseo de origen de nuevas empresas	Dmnl	Variable
298	tasa de desocupación	Desocupado/Persona	Variable
299	tasa de empleo	Trabajador/Persona	Variable
300	tasa de empleo a evaluar	Trabajador/Persona	Variable
301	tasa de incremento de nuevas empresas	Dmnl	Variable
302	tasa de mineral extraído de la mina	Dmnl	Variable
303	tasa de mineral extraído de la mina subterránea	Dmnl	Variable
304	tasa de mineral tratado en la concentradora	Dmnl	Variable
305	tasa máxima de factor de evolución de plomo	Dmnl	Variable
306	tiempo de calidad de ajuste por procesamiento	Dmnl	Variable
307	tiempo de para por efectos internos y externos	Dmnl	Variable
308	tiempo de reproducción	Year	Variable
309	TIME STEP 0.5	Year [0,?]	Variable
310	tramite documentario	Persona/Year	Variable
311	Universidad Pregrado	Persona	Nivel
312	valor inicial de mineral tratado en la concentradora	Tonelada	Variable
313	valor inicial extraído de la mina subterránea	Tonelada/Year	Variable
314	valor inicial extraído del tajo abierto	Tonelada/Year	Variable
315	variación en la explotación de la mina subterránea	Tonelada/(Year*Year)	Variable
316	variación ppm	Dmnl	Variable
317	vehículos pesados levantamiento de polvo y quema de combustible	Dmnl	Variable
318	vehículos urbanos	Dmnl	Variable

Fuente Elab. Prop.

"We shape our buildings; thereafter, our buildings shape us".

Winston Churchill

Capítulo III:

RESULTADOS

3.1 Ejecución del Modelo

La representación de los datos de la Ejecución del Modelo en la Tabla 36, Tabla 38, Tabla 39, Tabla 40, Tabla 41 y Tabla 42, tienen resúmenes de estadísticas de desviación estándar, el máximo, el mínimo y la mediana de los valores de 1990 al 2050 y de cuatro quincenios, de 1990 al 2004.5 (primer quincenio), del 2005 al 2019.5 (segundo quincenio), del 2020 al 2034.5 (tercer quincenio) y del 2035 al 2050 (cuarto quincenio) respectivamente.

El Subsistema Minero (Figura 112, Figura 113 y Figura 114) influye a los Subsistemas Demográfico (Figura 111), Medioambiental (Figura 115, Figura 116, Figura 117, Figura 118, Figura 119 y Figura 120), Laboral (Figura 121 y Figura 122), Educación (Figura 123, Figura 124, Figura 125, Figura 126, Figura 127, Figura 128 y Figura 129), Vivienda (Figura 130) y Empresarial (Figura 131). Se nota un comportamiento en el sistema que decae alrededor del 2020, por el desequilibrio que ocasiona la ausencia de minerales. Las reservas de mineral esta evaluado según publicaciones de reservas probadas y probables de mina, en caso que las

reservas probadas y probables aumenten, el sistema tendrá el mismo comportamiento de desequilibrio⁴⁸.

El Subsistema demográfico de la ejecución del modelo tiene una población máxima de 71679 habitantes en 1992 y una mínima de 37172 habitantes en 2024 en la Figura 111 y Tabla 36. La población mínima se tiene en el peor de los casos de un éxodo poblacional en el tercer quincenio (2020 al 2034.5) y una posible recuperación de la población en el cuarto quincenio (2035 al 2050) llegando a tener una posible población promedio de 51456 habitantes.

En la Figura 112 del Subsistema Minero se observa el agotamiento de los minerales en una primera instancia las reservas del Tajo Abierto llegando a tener en el primer quincenio una explotación media anual de 1604139 toneladas y luego de la Mina Subterránea llegando a tener una explotación media anual de 887687 toneladas. Llegándose a agotar las reservas aproximadamente del 2014 al 2020.

En la Figura 113 del Subsistema Minero respecto a los concentrados de mineral se nota una disminución en la obtención de minerales una posible causa es el alejamiento de la veta central, y por el proceso de expansión del Tajo Abierto y de la Mina Subterránea. En la Figura 114 respecto al mineral tratado de la mina paralelamente con el mineral extraído se observa, un desfase adicional al mineral tratado por la concentradora esto porque aun se tienen reservas almacenadas en los stock piles y también por la obtención de mineral de poca ley.

En la Figura 111 del Subsistema Demográfico, el comportamiento poblacional se disminuye al igual que el mineral, en 1996 se tiene una disminución de la población por efecto de la privatización de la minera.

⁴⁸ Ver análisis de sensibilidad 3.2.

El comportamiento del Subsistema Ambiental, tiene una actuación en alguna medida favorable desde 1996, año que se inicio el PAMA. El impacto a futuro cuando sea tiempo del cierre de mina, esto determinará el efecto real en el modelo respecto al Medio Ambiente, actualmente el ecosistema no es un sistema que esta dentro del ecosistema natural. El Pasivo ambiental de la Laguna Quiulacocha la que tiene en su totalidad relaves de la mina es el mas impactante en el medio ambiente, ahora sus reboses no desembocan en el río San Juan si no estos están regulados mediante bombas, cabe mencionar que la Laguna Quiulacocha es efluente natural del río San Juan, esto afectará enormemente al ecosistema fluvial y de tierras, en el caso que no se haya resuelto este pasivo medioambiental en toda su dimensión este seguiría contaminando el río San Juan, esto es mas dificultoso pues la laguna se encuentra en una piso debajo después de la ciudad, y por gravedad siempre fluiría el agua por ahí aun no este la minera y no este la población.

La población no cuenta con una planta de tratamiento de aguas servidas, esta ahora impactan a los ríos San Juan y Tingo Palca. Respecto si se traslada la ciudad es un escenario que no se tiene muy claro, en caso que se encuentren reservas de mineral que justifique económicamente el traslado involucraría mayor tiempo de explotación, esto no esta dentro del modelo pero se puede observar en el análisis de sensibilidad.

El comportamiento ambiental depende mucho de las medidas de mitigación de impactos ambientales. Todas las medidas ambientales hasta el momento el modelo lo describe de alguna manera pero no de las políticas que se tomarían ha futuro pues esta no esta garantizada por una compañía de seguros.

El Subsistema ambiental en lo referente a las emisiones en el agua. La Figura 115 tiene tendencia a disminuir los efluentes de agua, el más resaltante es de la bomba de la laguna de Huicra que sólo se tiene para la reserva de agua Industrial también el efluente de agua industrial de Paragsha, lo que haría una disminución del efluente total de la Ciudad. La Figura 116 da un aumento del nivel de ph al afluente del Río San Juan ya sea por las medidas ambientales del PAMA así como del Cierre de la Mina. La Figura 117 muestra una clara tendencia de disminución de sólidos suspendidos en los puntos evaluados dentro del modelo. La Figura 118, los resultados de monitoreo del Río Tingo es constante después de la desviación mediante bombas de aguas acidas que emanan de los stock piles de Rumiallana a la planta de neutralización, pues ahora sólo es impactada por las aguas servidas de San Juan Pampa.

El Subsistema ambiental referente a las emisiones en el aire se muestran en la Figura 119 las emisiones de partículas en suspensión tiene una leve disminución lo que sería aun menor después del manejo medioambiental en el cierre de la Mina. En la Figura 120 se tiene una disminución de las emisiones de plomo, esto sería menor después de las medidas ambientales del cierre de la mina, en caso del traslado de la ciudad se tendrían emisiones de plomo casi cero.

El Subsistema Laboral en la Figura 121 tiene un comportamiento marcado en el final de las labores mineras y su impacto en el potencial laboral teniendo una disminución de oferta de empleo en todos los sectores en la Ciudad. Los trabajadores que se tienen en empresas formales e informales de la Figura 122 tiene una disminución clara esta podría explicarse en el incremento del subempleo informal talvez llegando a vivir con el salario mínimo posible e incluso en condiciones laborales disminuidas en condición de ahora y llegando a la pobreza

extrema, este sería el colapso en estudio, cabe mencionar que durante el tiempo del modelaje se tuvo que ajustar pues la ciudad tendía a una caída tipo un éxodo poblacional extremo, el modelo muestra la pseudo recuperación del mercado laboral, mas por estar en un economía nacional estable y por políticas ciudadanas de contingencia. Esta recuperación estaría basada en el comercio también ya que se cuenta con la Universidad esta tiene que tener un gran impacto basado servicios que se daría en la ciudad a zonas aledañas optimizando y mediatizando la transferencia de conocimiento necesario para el flujo eficiente de negocios en la región. En el caso del traslado de las oficinas del gobierno en la ciudad esto impactaría fuertemente en el empleo de la ciudad esto acrecentaría y apresuraría el colapso y subsecuente declinar poblacional esto no se ha contemplado en el modelo, el plano laboral de los organismos estatales tiene una tendencia estable con un aumento no muy pronunciado se ve en la Figura 122.

El Subsistema Educación depende del número de personas a quien educar, la que es impactada por la disminución de la población de cierta manera, en la Figura 123 y la Figura 124. Los Centros Superiores, Tecnológicos y Ocupacionales muestran igual tendencia al igual que las anteriores en la Figura 125 y la Figura 126. La universidad con su oferta de estudio se observa en la Figura 127, la Figura 128 y la Figura 129. En el caso de la Educación es influenciada por el poder adquisitivo de la población si esta se ve afectada por la clara desocupación, un nivel de pobreza relevante en gran porcentaje de la población y de la inestabilidad laboral esto independiente de los estudiantes de zonas vecinas de la ciudad. Esto afecta al igual que la disminución en la población en factores persuasivos a la depreciación de la demanda de educación pos secundaria.

El comportamiento del Subsistema Vivienda se ve en la Figura 130, el sector construcción tiene un factor no tan dinámico pues, no se acostumbra derrumbar casas antiguas para construir en ella una nueva casa sino que lo que se tiene son reparaciones y ampliaciones, en el caso que se tenga construcciones comerciales se hace necesarios destruir construcciones para tener cimientos que soporten construcciones de mas envergadura. La destrucción de viviendas por factor del tajo abierto, esta determinada por la explotación minera. No se ha tenido en cuenta en el modelo el traslado de la ciudad, pues este es un factor determinante de la ciudad que cambiaria el rumbo del modelo propuesto. Las nuevas construcciones de las asociaciones de viviendas y terrenos ocupados, es visible a los alrededores de la ciudad. En el caso de la disminución de la población las viviendas serian recicladas y no se construirán nuevas viviendas, pues se ocuparía las viviendas ya construidas esto en medida del sobre llevar económico del poblador en la ciudad.

En el comportamiento empresarial de observa en la Figura 131, el factor económico de la población en relación con la etapa de madurez y declinación empresarial esta muy arraigada, mientras se produzca el colapso y subsecuente declinar económico en la ciudad que acelerará la etapa de madurez y declinación de las empresas, esto creará la caída abrupta de gran parte del mercado empresarial la que constituye en gran medida el sector comercial y en menor medida la industrialización de líneas de producción. Ya en esta difícil etapa siempre hay empresas que encuentran realizar negocios y crecer ya sea por nuevos empresarios, o por el cambio de rubro empresarial y su habilidad para sobre llevar los cambios. En este caso se tienen un disminuido grupo de empresa que entran a la etapa de inicio empresarial en esta dificultosa etapa como se observa en la Figura 131.

El significado de *CM0502* es de la ejecución de la versión propuesta del modelo de la Ciudad Minera de la variable respectiva de la Tabla 36 y de la Figura respectiva.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo (continua en la siguiente página).

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
población (persona)					
DSV. ESTA.	2806.063	4373.322	4086.684	562.376	10140.729
MAX	71679.305	71572.984	49613.859	51792.496	71679.305
MIN	61040.043	51784.793	37172.508	49780.984	37172.508
MEDIANA	63515.324	68010.305	43765.281	51456.555	51785.148
Mineral extraído del Tajo Abierto (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	106132.329	674106.420	1551.856	0.000	784099.337
MAX	1746784.000	1746682.500	7148.557	0.002	1746784.000
MIN	1452980.000	11785.985	0.004	0.000	0.000
MEDIANA	1604139.938	1507623.125	5.236	0.000	7148.557
Mineral extraído de la Mina Subterránea (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	137101.032	288377.309	16964.565	0.005	496543.531
MAX	1082693.375	1221853.250	78146.539	0.024	1221853.250
MIN	571032.000	128841.789	0.039	0.000	0.000
MEDIANA	887687.469	1097330.750	57.241	0.000	78146.539
concentrado de plomo (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	5430.943	26201.390	0.000	0.000	43815.789
MAX	101346.703	90365.172	0.000	0.000	101346.703
MIN	83222.453	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	95252.328	78860.637	0.000	0.000	0.000
concentrado de zinc (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	11614.547	88986.311	0.000	0.000	142041.125
MAX	319907.219	282570.094	0.000	0.000	319907.219
MIN	276532.656	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	300543.406	273109.234	0.000	0.000	0.000
mineral total extraído (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	177792.703	1084427.655	0.000	0.000	1254595.719
MAX	2760491.500	2834696.250	0.000	0.000	2834696.250
MIN	2024012.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	2435578.625	2648990.500	0.000	0.000	0.000
Mineral Tratado en la Concentradora (Tonelada)					
DSV. ESTA.	180571.047	734228.524	48705.533	0.122	1230837.747
MAX	2665155.250	2781779.250	217217.000	0.549	2781779.250
MIN	2020820.000	334545.281	0.841	0.000	0.000
MEDIANA	2424706.750	2677460.375	430.493	0.001	217217.000
pto 201 agua: industrial huicra (m3/dia)					
DSV. ESTA.	1185.523	2430.690	1204.695	1203.716	3171.073
MAX	15762.997	16359.859	10030.502	10035.729	16359.859
MIN	11530.011	7821.186	5642.743	5644.260	5642.743
MEDIANA	13592.573	14177.039	8042.808	7973.595	9743.440

Fuente Resultados del Modelo.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo (continua en la siguiente página).

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
pto 202 agua: efluente agua industrial paragsha (m3/dia)					
DSV. ESTA.	1913.243	3189.284	1958.736	2005.786	4574.457
MAX	15379.579	16358.549	7952.639	7024.012	16358.549
MIN	8685.670	4209.022	1720.301	1415.139	1415.139
MEDIANA	12235.208	11467.465	4876.655	4326.766	6902.397
pto 210 agua: efluente agua ácida yanamate (m3/dia)					
DSV. ESTA.	4141.901	3949.578	0.000	0.000	9189.180
MAX	23425.664	24336.570	0.000	0.000	24336.570
MIN	10578.096	12174.834	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	17002.635	18520.004	0.000	0.000	0.000
pto 213 agua: río san juan antes del afluente (m3/dia)					
DSV. ESTA.	41902.335	46459.335	55336.565	58197.200	50331.775
MAX	208524.000	228823.141	249727.453	257989.484	257989.484
MIN	53588.453	53722.250	49147.746	54437.445	49147.746
MEDIANA	143945.352	145518.367	138792.188	134031.750	142867.703
pto 214 agua: río san juan después del efluente (m3/dia)					
DSV. ESTA.	55676.584	50821.132	56363.422	52055.999	55151.004
MAX	314314.688	306742.438	358870.250	334504.000	358870.250
MIN	94349.023	131027.695	147780.547	133177.344	94349.023
MEDIANA	194000.570	237992.727	227886.000	239412.344	224537.703
pto 215 agua: efluente total de cerro de pasco (m3/dia)					
DSV. ESTA.	17909.786	17636.842	18492.921	17341.738	23155.414
MAX	105429.727	114330.539	118498.953	118746.281	118746.281
MIN	31106.496	50918.707	50389.473	52505.531	31106.496
MEDIANA	44246.379	81717.664	84421.160	84774.906	73919.305
pto 202 agua: ph (ph)					
DSV. ESTA.	0.073	0.049	0.000	0.000	0.075
MAX	7.100	7.100	7.100	7.100	7.100
MIN	6.791	6.838	7.100	7.100	6.791
MEDIANA	6.962	7.076	7.100	7.100	7.100
pto 214 agua: ph (ph)					
DSV. ESTA.	0.243	0.189	0.191	0.172	0.322
MAX	8.141	8.267	8.459	8.407	8.459
MIN	7.167	7.547	7.679	7.740	7.167
MEDIANA	7.364	7.898	8.066	8.053	7.917
pto 215 agua: ph (ph)					
DSV. ESTA.	0.220	0.181	0.186	0.187	0.311
MAX	7.996	8.103	8.304	8.310	8.310
MIN	7.068	7.425	7.564	7.598	7.068
MEDIANA	7.270	7.762	7.942	7.906	7.797

Fuente Resultados del Modelo.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del Modelo (continua en la siguiente página).

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
pto 202 agua: tss (mg/l)					
DSV. ESTA.	23.579	22.939	0.000	0.000	39.057
MAX	162.401	96.181	21.500	21.500	162.401
MIN	68.335	21.500	21.500	21.500	21.500
MEDIANA	100.039	63.715	21.500	21.500	21.500
pto 214 agua: tss (mg/l)					
DSV. ESTA.	39.660	38.368	62.653	52.853	78.789
MAX	242.865	149.940	119.644	100.182	242.865
MIN	61.074	-7.924	-98.759	-110.304	-110.304
MEDIANA	167.172	65.458	22.456	8.340	58.108
pto 215 agua: tss (mg/l)					
DSV. ESTA.	49.206	47.360	37.679	34.579	82.201
MAX	306.519	192.379	131.461	124.701	306.519
MIN	87.740	15.724	-12.057	-13.162	-13.162
MEDIANA	255.247	134.826	60.055	62.881	98.944
pto 303 agua: unión stock pile rumiallana (m3/dia)					
DSV. ESTA.	1595.979	1531.460	1529.060	1554.087	1643.751
MAX	27109.822	25640.998	25641.311	25632.377	27109.822
MIN	21454.391	21357.479	21363.947	21379.172	21357.479
MEDIANA	24861.800	23455.300	23625.086	23239.623	23893.557
pto 201 aire: colegio san andrés en paragsha (ppm) (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.387	1.045	0.148	0.108	2.101
MAX	41.148	41.524	37.213	36.811	41.524
MIN	39.865	37.526	36.511	36.511	36.511
MEDIANA	40.646	41.210	36.669	36.660	37.213
pto 202 aire: colegio ricardo palma de esperanza (ppm) (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.190	0.495	0.119	0.108	0.958
MAX	42.148	42.298	40.314	40.184	42.298
MIN	41.464	40.305	39.884	39.884	39.884
MEDIANA	41.875	42.073	40.042	40.033	40.305
pto 203 aire: antiguo centro educativo de champamarca (ppm) (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.362	1.115	0.132	0.108	2.239
MAX	33.876	34.149	29.419	29.153	34.149
MIN	32.580	29.635	28.854	28.854	28.854
MEDIANA	33.382	33.780	29.012	29.003	29.419
pto 204 aire: colegio industrial de chaupimarca (ppm) (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.355	0.954	0.144	0.108	1.913
MAX	39.642	39.989	36.063	35.700	39.989
MIN	38.455	36.329	35.400	35.400	35.400
MEDIANA	39.178	39.689	35.558	35.549	36.063

Fuente Resultados del Modelo.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo (continua en la siguiente página).

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
pto 206 aire: noreste del pabellón 42 de san juan parte baja (ppm) (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.432	0.860	0.135	0.108	1.836
MAX	47.210	47.485	43.594	43.292	47.485
MIN	45.615	43.842	42.993	42.993	42.993
MEDIANA	46.543	47.157	43.150	43.141	43.594
pto 201 aire: plomo (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005
MAX	0.132	0.132	0.126	0.126	0.132
MIN	0.121	0.119	0.116	0.116	0.116
MEDIANA	0.126	0.126	0.121	0.121	0.124
pto 202 aire: plomo (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
MAX	0.133	0.132	0.130	0.130	0.133
MIN	0.122	0.121	0.119	0.119	0.119
MEDIANA	0.127	0.127	0.125	0.125	0.126
pto 203 aire: plomo (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.006	0.016	0.004	0.004	0.031
MAX	0.149	0.153	0.086	0.084	0.153
MIN	0.127	0.084	0.073	0.073	0.073
MEDIANA	0.139	0.144	0.079	0.079	0.084
pto 204 aire: plomo (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.006	0.014	0.004	0.004	0.028
MAX	0.140	0.145	0.087	0.084	0.145
MIN	0.121	0.085	0.074	0.074	0.074
MEDIANA	0.132	0.136	0.079	0.079	0.085
pto 205 aire: plomo (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
MAX	0.107	0.107	0.104	0.104	0.107
MIN	0.096	0.095	0.094	0.094	0.094
MEDIANA	0.101	0.101	0.099	0.099	0.100
pto 206 aire: plomo (ug/m3)					
DSV. ESTA.	0.004	0.005	0.004	0.004	0.008
MAX	0.146	0.148	0.133	0.132	0.148
MIN	0.134	0.127	0.122	0.122	0.122
MEDIANA	0.141	0.141	0.127	0.127	0.132
personal en la administración minera estatal y privada (Trabajador)					
DSV. ESTA.	306.456	899.886	0.000	0.000	1281.645
MAX	3300.000	2699.711	0.000	0.000	3300.000
MIN	2257.426	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	2530.331	2552.091	0.000	0.000	0.000

Fuente Resultados del Modelo.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo (continua en la siguiente página).

Personal docente administrativo de educación básica y superior (Trabajador)					
DSV. ESTA.	107.602	29.684	151.166	19.296	250.350
MAX	1859.781	1853.191	1749.752	1277.287	1859.781
MIN	1532.136	1758.158	1285.846	1206.468	1206.468
MEDIANA	1781.821	1811.167	1500.881	1215.620	1648.862
personal en organismos estatales municipales y no estatales (Trabajador)					
DSV. ESTA.	48.769	52.346	16.370	3.478	139.066
MAX	1548.234	1727.120	1784.860	1797.303	1797.303
MIN	1400.000	1556.269	1730.563	1785.672	1400.000
MEDIANA	1438.878	1659.197	1766.733	1793.873	1730.563
personal en medianas, pequeñas y micro empresas (formal e informal) (Trabajador)					
DSV. ESTA.	803.727	1289.904	1427.406	144.937	1693.506
MAX	11913.546	14616.750	11807.988	12330.414	14616.750
MIN	9250.000	9353.407	7517.461	11881.080	7517.461
MEDIANA	9982.771	13071.786	9493.884	12205.829	11710.040
Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
Primaria No Regular (Persona)					
DSV. ESTA.	8.670	7.073	13.191	4.386	17.472
MAX	171.215	168.306	155.039	134.527	171.215
MIN	141.167	145.850	108.974	120.633	108.974
MEDIANA	145.338	158.997	114.434	132.453	141.313
Secundaria No Regular (Persona)					
DSV. ESTA.	9.222	19.373	41.176	11.389	43.015
MAX	373.382	419.172	399.377	330.316	419.172
MIN	349.240	359.209	265.877	293.924	265.877
MEDIANA	359.408	395.558	282.817	325.207	350.391
Inicial Regular (Persona)					
DSV. ESTA.	331.936	82.757	393.370	53.146	882.968
MAX	4729.398	3720.420	3257.965	2363.344	4729.398
MIN	3727.877	3365.188	1880.439	2182.656	1880.439
MEDIANA	4199.633	3590.209	2049.049	2347.073	3257.965
Primaria Regular (Persona)					
DSV. ESTA.	647.787	296.747	1281.709	137.678	2039.420
MAX	11320.857	10633.549	9571.471	6292.887	11320.857
MIN	9155.317	9631.370	5914.445	5909.423	5909.423
MEDIANA	10942.372	10039.600	7027.848	6135.556	9387.101
Secundaria Regular (Persona)					
DSV. ESTA.	463.715	258.245	933.531	72.950	1529.572
MAX	9017.391	8938.542	8085.622	5302.360	9017.391
MIN	7848.291	8110.954	5360.218	5006.115	5006.115
MEDIANA	8628.910	8496.637	6877.419	5057.115	7897.141

Fuente Resultados del Modelo.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo (continua en la siguiente página).

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
ingresantes a centros superiores (Persona/Year)					
DSV. ESTA.	30.354	16.942	22.471	5.796	35.139
MAX	320.056	317.822	278.211	215.898	320.056
MIN	215.281	257.683	214.749	198.687	198.687
MEDIANA	268.976	279.733	256.633	206.560	258.116
ingresantes a centros ocupacionales (Persona/Year)					
DSV. ESTA.	17.938	10.024	14.587	3.375	22.477
MAX	192.374	191.055	167.201	127.203	192.374
MIN	128.681	154.714	125.311	116.149	116.149
MEDIANA	160.459	170.249	146.081	121.729	151.154
Centros Superiores (Persona)					
DSV. ESTA.	153.752	17.153	69.325	46.820	162.763
MAX	1527.007	1621.875	1582.302	1360.591	1621.875
MIN	1055.565	1544.709	1372.794	1195.089	1055.565
MEDIANA	1327.465	1588.868	1542.106	1231.867	1480.214
Ocupacional (Persona)					
DSV. ESTA.	24.877	10.190	38.742	9.947	65.260
MAX	628.858	587.282	557.873	441.503	628.858
MIN	510.648	554.073	445.434	402.234	402.234
MEDIANA	552.552	563.813	518.099	411.592	547.571
ingresantes a la universidad (Persona/Year)					
DSV. ESTA.	198.757	108.539	140.133	37.322	227.201
MAX	2034.518	2020.409	1766.829	1379.554	2034.518
MIN	1407.631	1637.355	1378.497	1251.635	1251.635
MEDIANA	1685.260	1790.388	1611.332	1322.802	1637.355
Universidad Pregrado (Persona)					
DSV. ESTA.	831.722	137.524	411.469	288.588	937.019
MAX	8879.540	9300.979	9079.589	7713.296	9300.979
MIN	6326.577	8747.920	7780.884	6766.509	6326.577
MEDIANA	7894.552	9100.387	8800.958	6960.357	8429.165
Bachilleres (Persona)					
DSV. ESTA.	138.291	16.783	43.633	40.324	125.564
MAX	1067.891	1122.485	1100.588	951.165	1122.485
MIN	522.000	1062.152	960.112	823.510	522.000
MEDIANA	952.916	1104.508	1077.188	848.429	1021.790
pregrado titulados (Persona/Year)					
DSV. ESTA.	107.867	13.090	34.034	31.453	97.940
MAX	832.955	875.539	858.458	741.909	875.539
MIN	407.160	828.478	748.887	642.338	407.160
MEDIANA	743.274	861.516	840.207	661.775	796.996

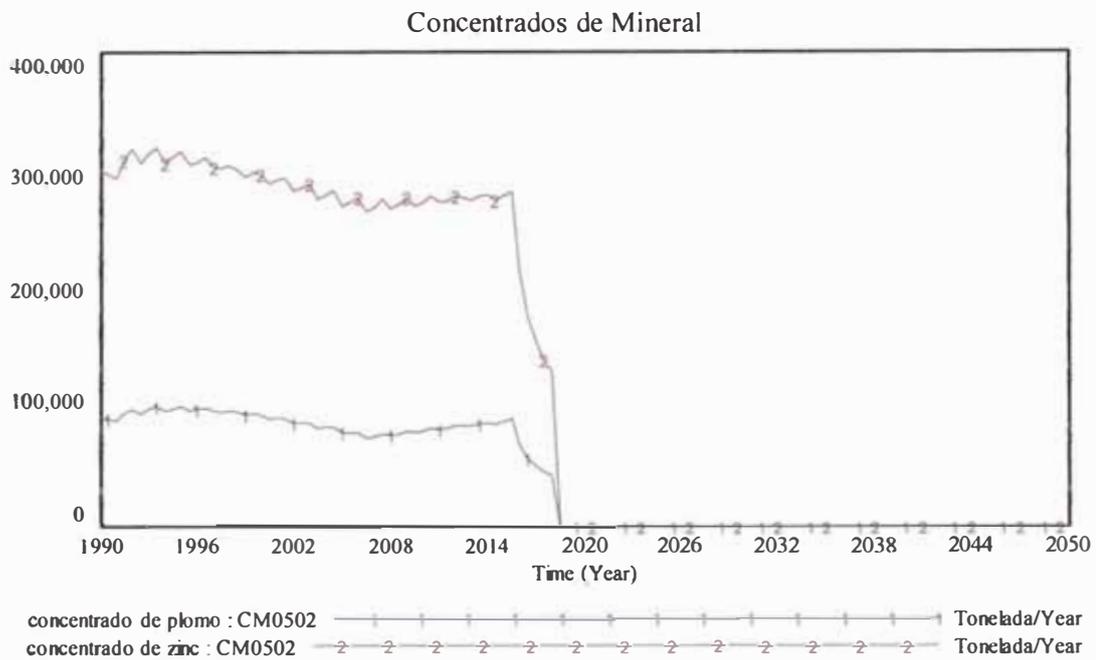
Fuente Resultados del Modelo.

Tabla 36 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo (sigue de la página anterior)

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
Casas de directivos, empleados y subempleados (Casa)					
DSV. ESTA.	904.108	519.174	537.706	264.967	1005.108
MAX	14107.496	15777.004	15692.125	14746.896	15777.004
MIN	11000.000	14135.086	13840.023	13720.523	11000.000
MEDIANA	13104.833	14826.982	15125.249	14325.396	14387.896
número de empresas (formal e informal) (Empresa)					
DSV. ESTA.	160.745	257.981	285.481	28.987	338.701
MAX	2382.709	2923.350	2361.598	2466.083	2923.350
MIN	1850.000	1870.681	1503.492	2376.216	1503.492
MEDIANA	1996.554	2614.357	1898.777	2441.166	2342.008
Etapa de inicio de Medianas, Pequeñas y Micro Empresas (Empresa)					
DSV. ESTA.	35.704	71.748	138.940	22.218	85.000
MAX	317.047	466.938	587.996	298.732	587.996
MIN	193.637	193.273	217.662	226.855	193.273
MEDIANA	276.051	249.809	256.700	272.354	262.472
Etapa de Madures de Mediana, Pequeñas y Micro Empresas (Empresa)					
DSV. ESTA.	137.231	257.947	348.545	84.951	278.131
MAX	1370.251	1666.948	1422.199	1430.842	1666.948
MIN	987.790	696.349	465.630	1175.682	465.630
MEDIANA	1013.899	1494.737	1124.034	1336.219	1281.790
Etapa de Declinación de Mediana, Pequeñas y Micro Empresas (Empresa)					
DSV. ESTA.	55.640	74.711	86.307	56.189	148.170
MAX	792.480	1006.694	715.065	901.802	1006.694
MIN	600.000	707.394	452.128	725.509	452.128
MEDIANA	692.693	897.116	549.374	855.819	756.078

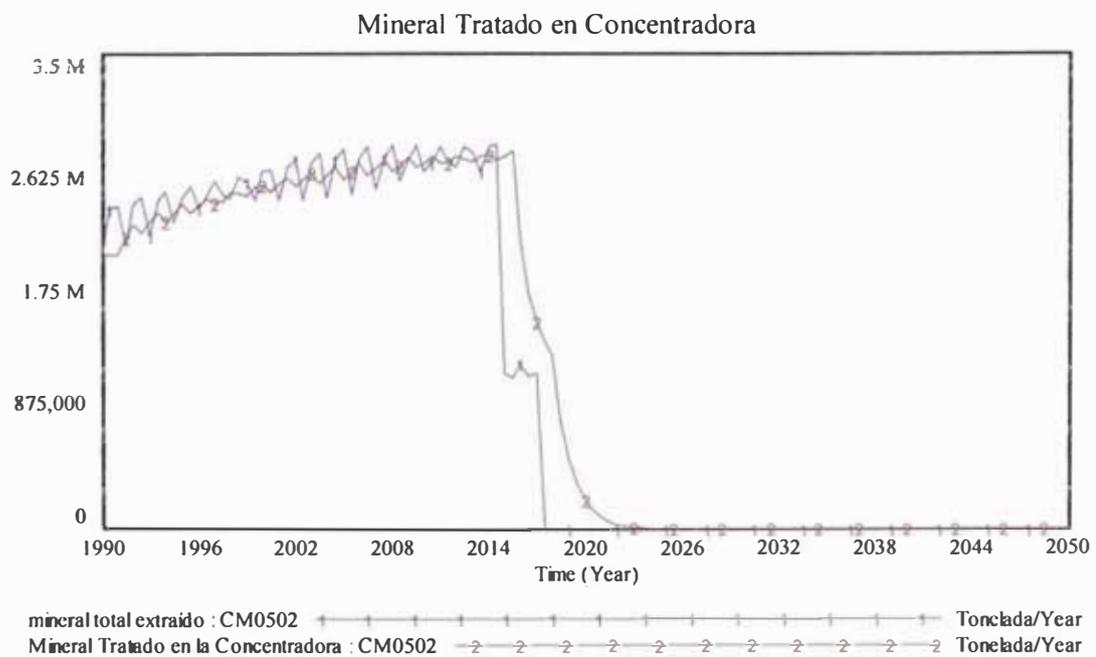
Fuente Resultados del Modelo.

Figura 113 Ejecución del Modelo Total, Concentrados de Mineral.



Fuente Resultados del Modelo de Concentrados.

Figura 114 Ejecución del Modelo Total, Mineral Tratado en Concentradora.

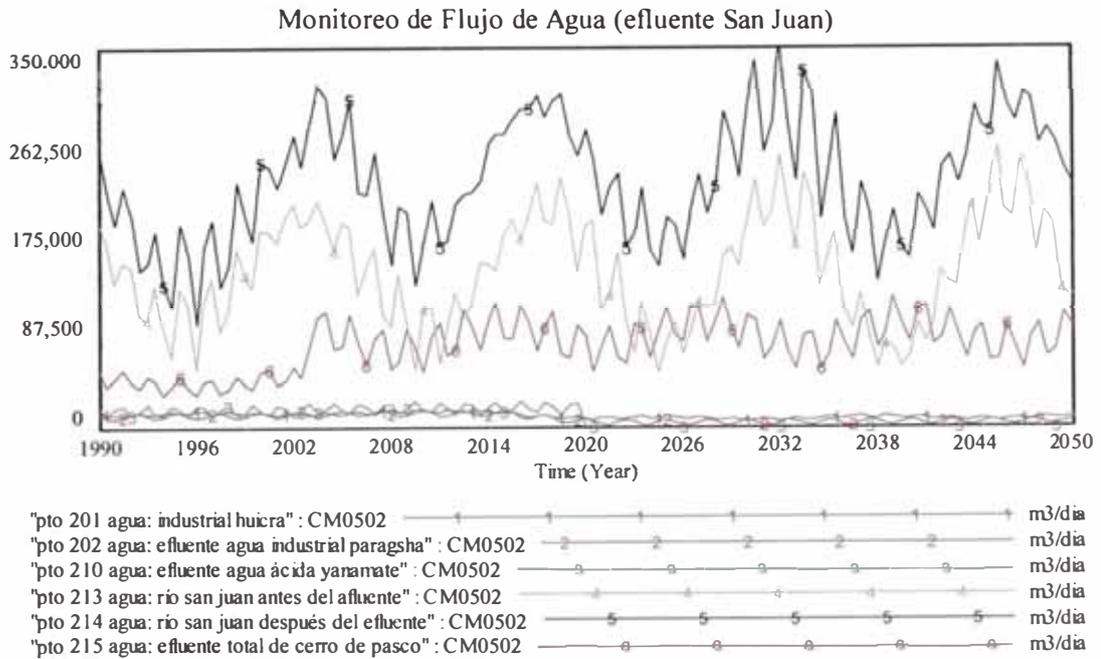


Fuente Resultados del Modelo del Mineral Tratado en Concentradora.

Medioambiental

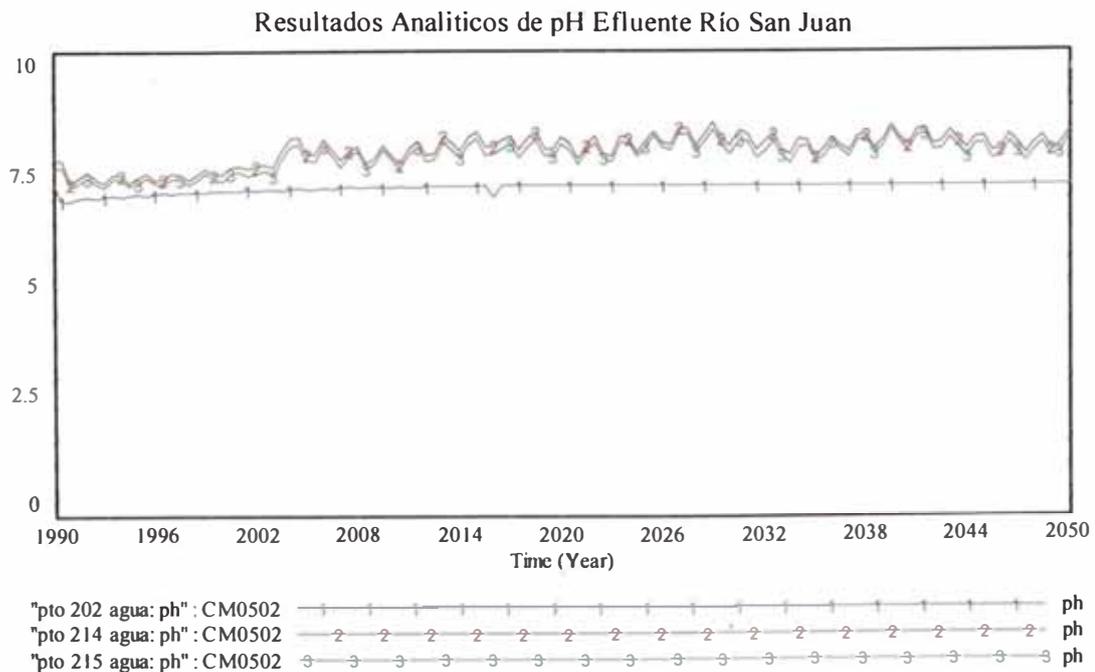
Puntos de Monitoreo de Agua

Figura 115 Ejecución del Modelo Total, Monitoreo de Flujo de Agua (efluente Río San Juan).



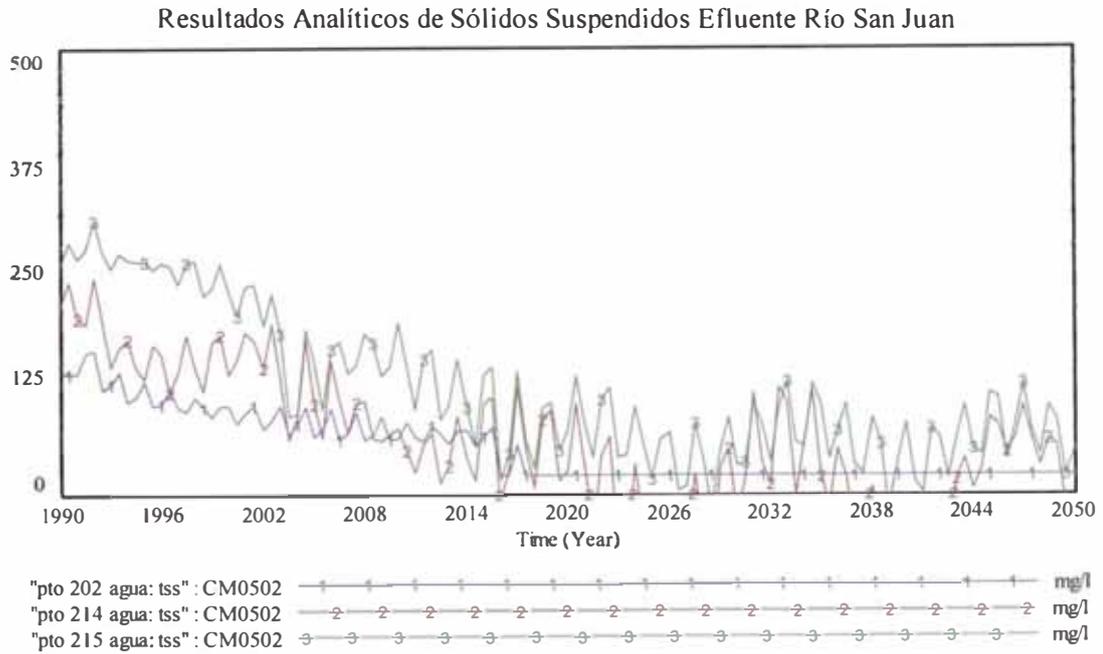
Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Agua Efluente San Juan.

Figura 116 Ejecución del Modelo Total, Resultados Analíticos de pH (efluente Río San Juan).



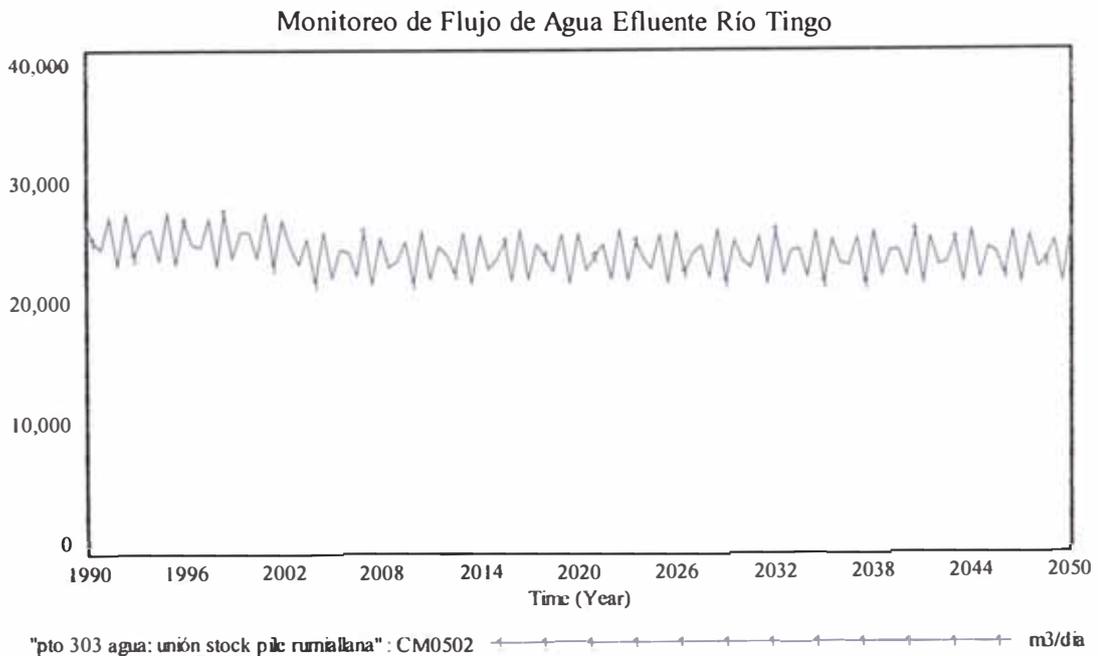
Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo de pH en Agua en el Río San Juan.

Figura 117 Ejecución del Modelo Total, Resultados Analíticos de Sólidos Suspendidos (efluente Río San Juan).



Fuente Resultados Analíticos de Sólidos Suspendidos Río San Juan.

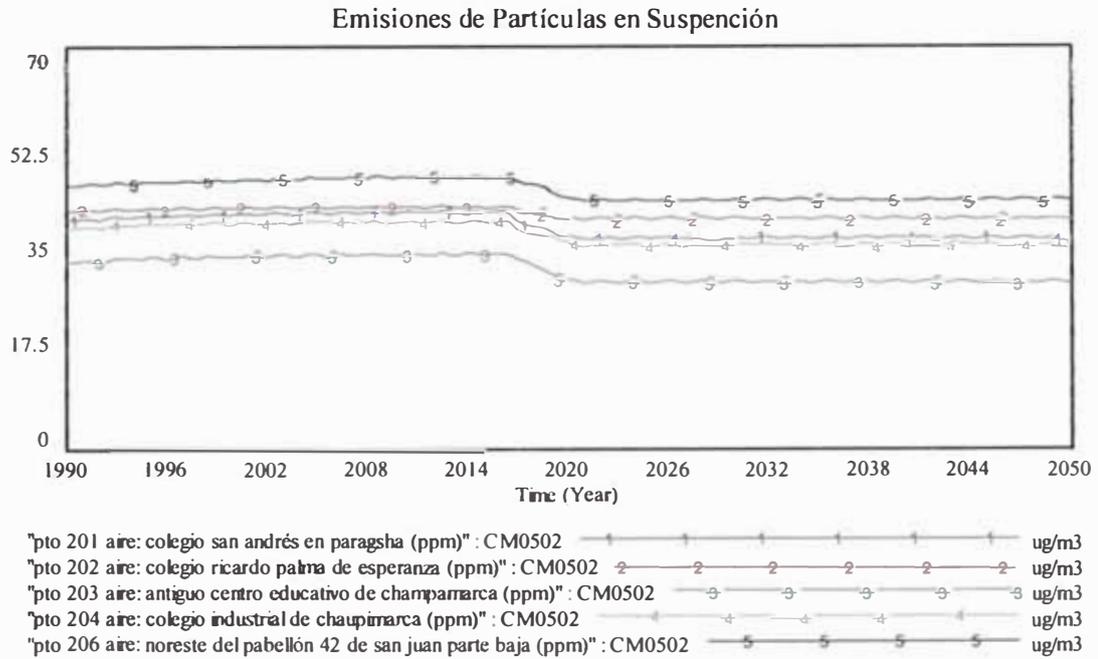
Figura 118 Ejecución del Modelo Total, Monitoreo de Flujo de Agua Río Tingo.



Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Agua Efluente Río Tingo.

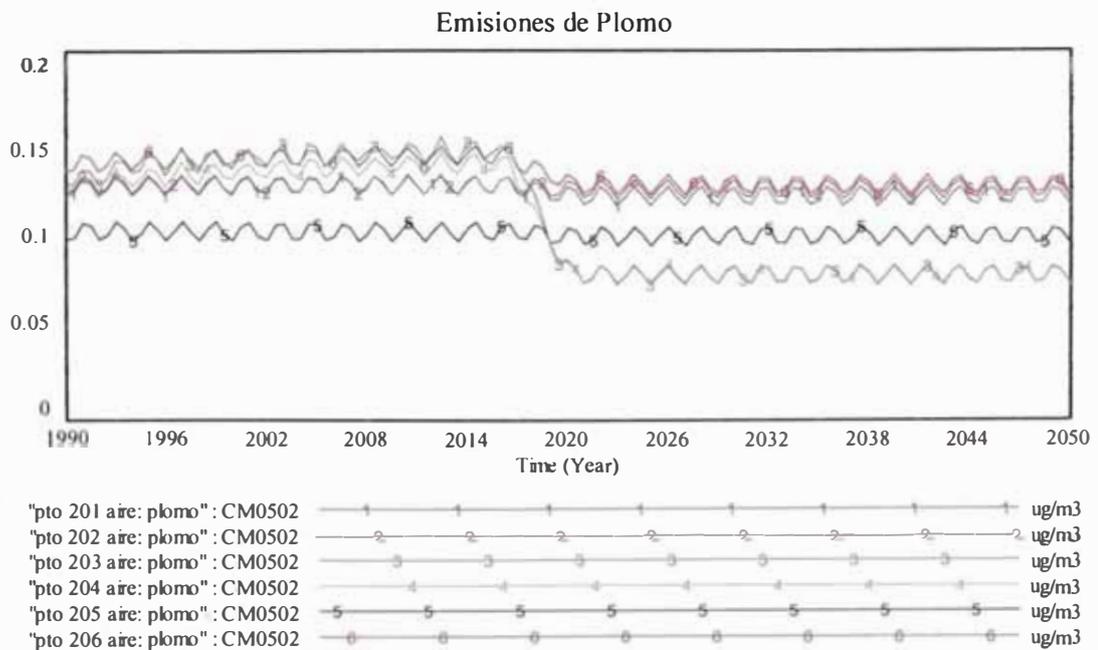
Puntos de Monitoreo de Aire

Figura 119 Ejecución del Modelo Total, Emisiones de Partículas en Suspensión.



Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo de Aire Emisión de Partículas en Suspensión.

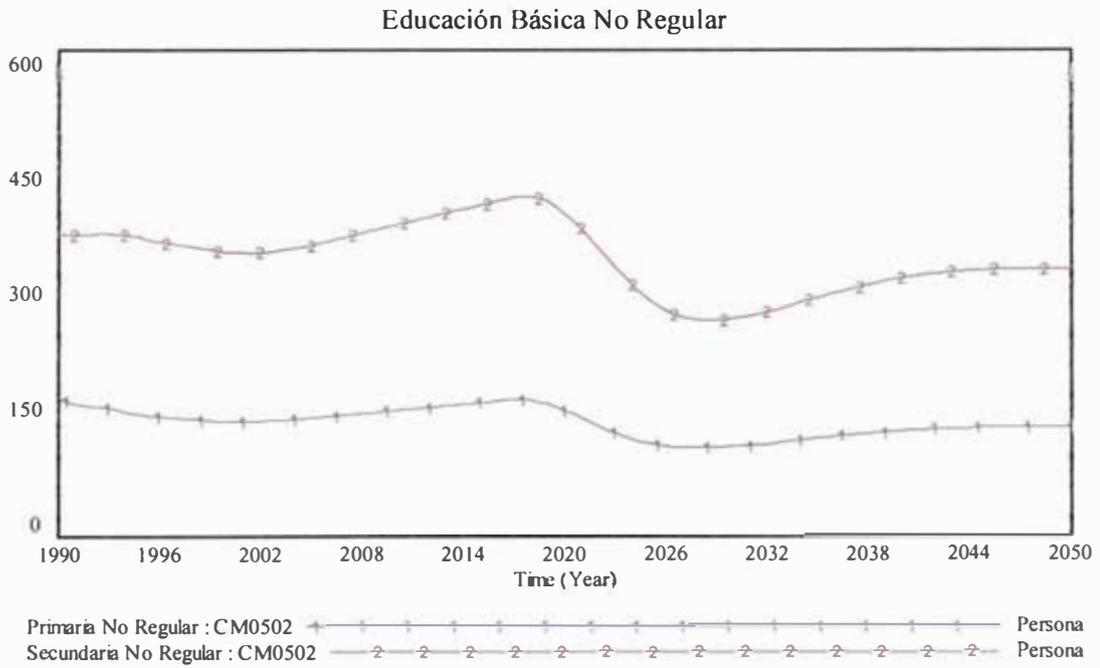
Figura 120 Ejecución del Modelo Total, Emisiones de Plomo.



Fuente Resultados del Modelo de Monitoreo Aire Emisión de Plomo.

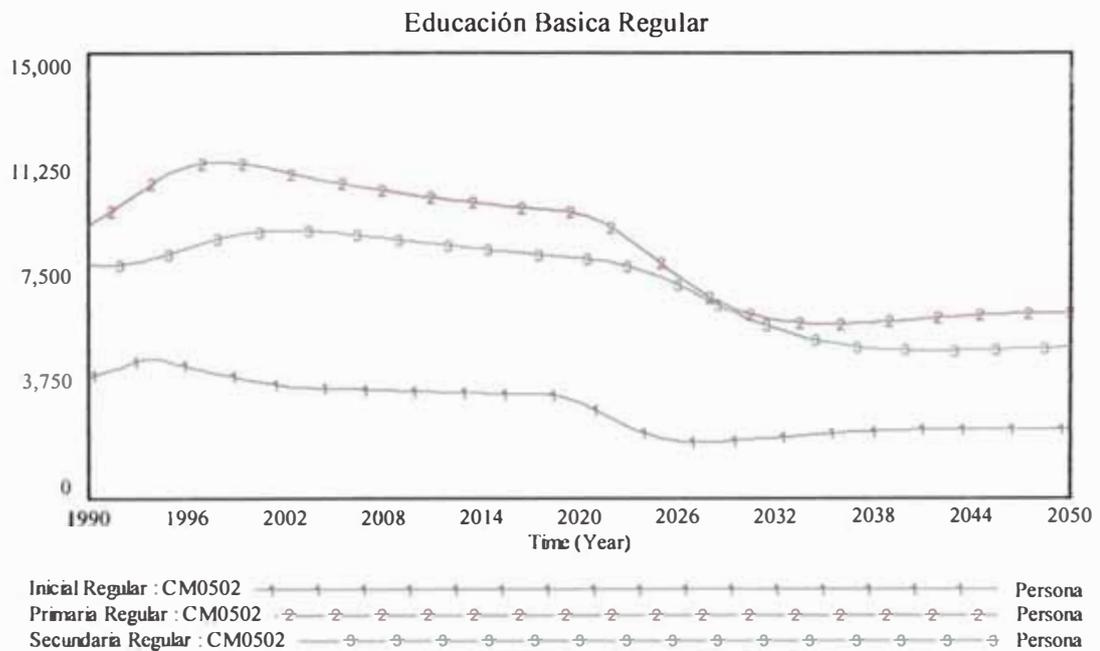
Educación

Figura 123 Ejecución del Modelo Total, Educación Básica No regular.



Fuente Resultados del Modelo de Educación Básica No Regular.

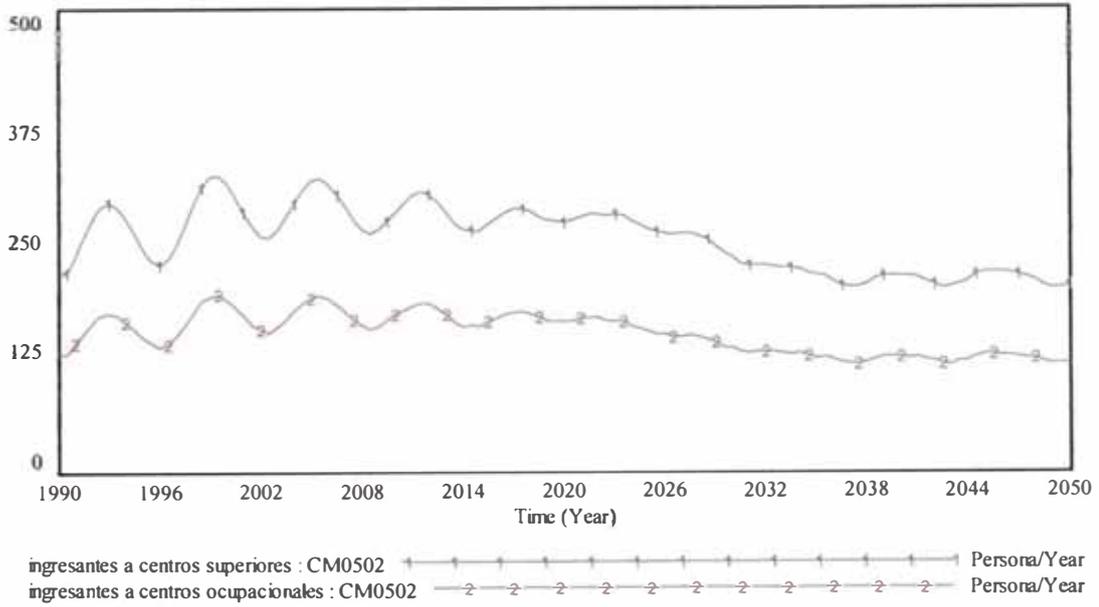
Figura 124 Ejecución del Modelo Total, Educación Básica Regular.



Fuente Resultados del Modelo de Educación Básica Regular.

Figura 125 Ejecución del Modelo Total, Ingresantes de Centros Superiores y Ocupacionales.

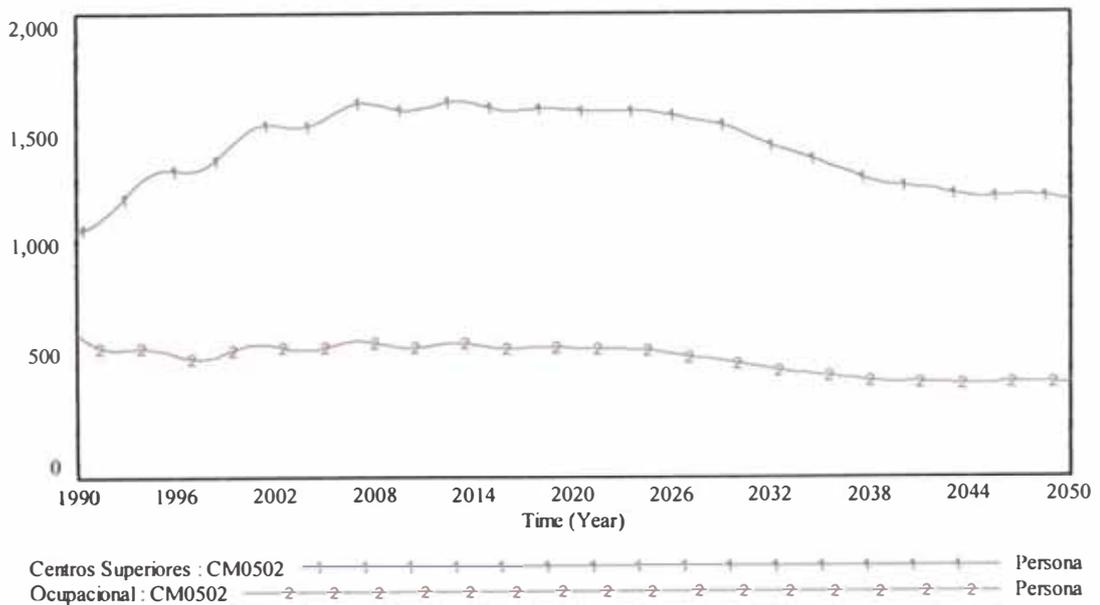
Ingresantes Centros Superiores y Ocupacionales



Fuente Resultados del Modelo de Ingresantes a Centros Superiores y Ocupacionales.

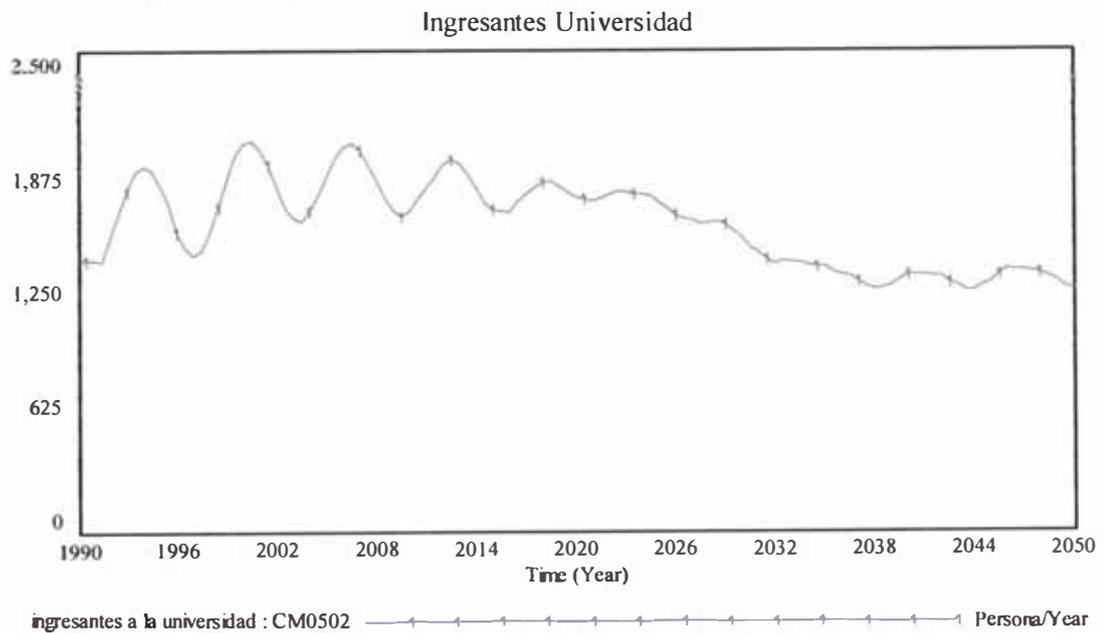
Figura 126 Ejecución del Modelo Total, Matriculados de Centro Superiores y Ocupacionales.

Matriculados de Centros Superiores y Ocupacionales



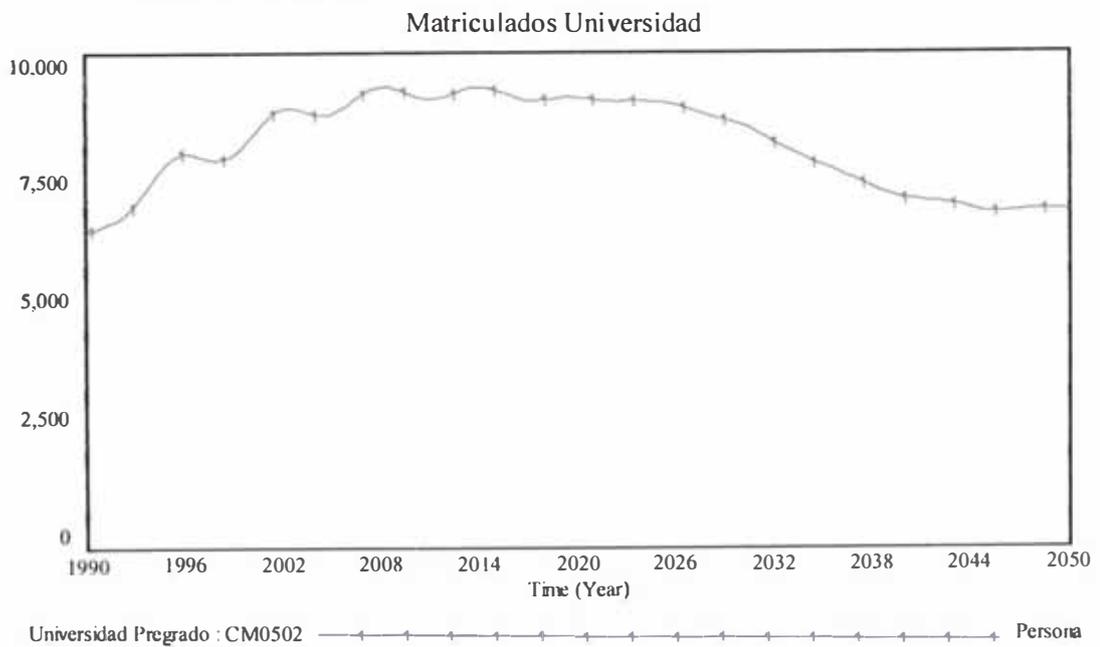
Fuente Resultados del Modelo de Matriculados de Centros Superiores y Ocupacionales.

Figura 127 Ejecución del Modelo Total, Ingresantes de la Universidad.



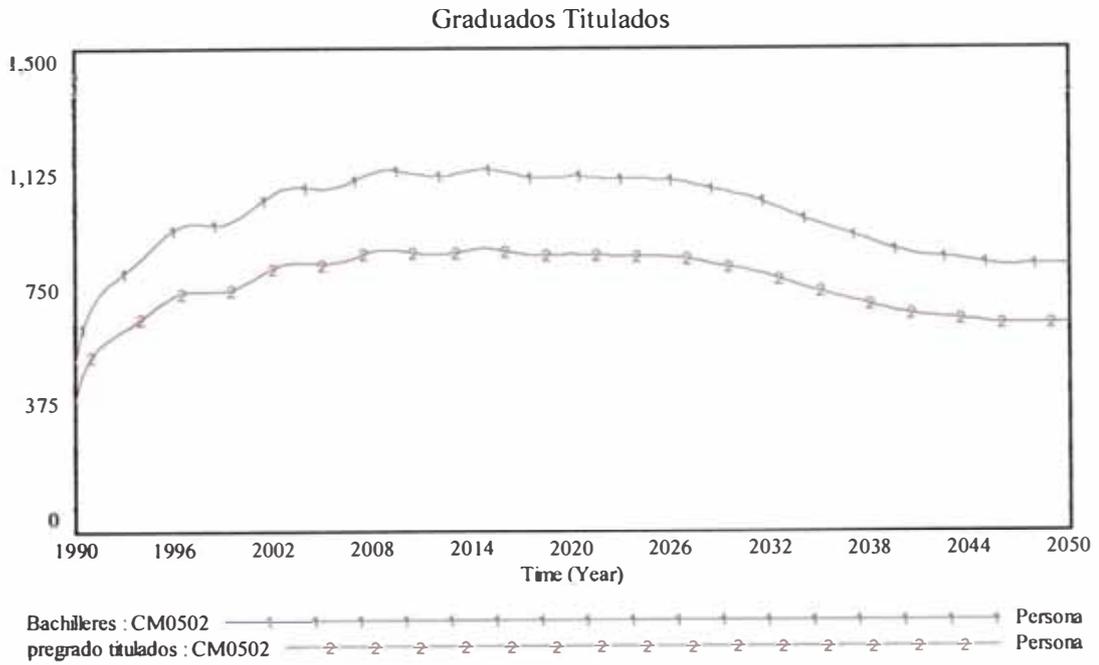
Fuente Resultados del Modelo de Ingresantes a la Universidad.

Figura 128 Ejecución del Modelo Total, Matriculados de la Universidad.



Fuente Resultados del Modelo de Matriculados en la Universidad.

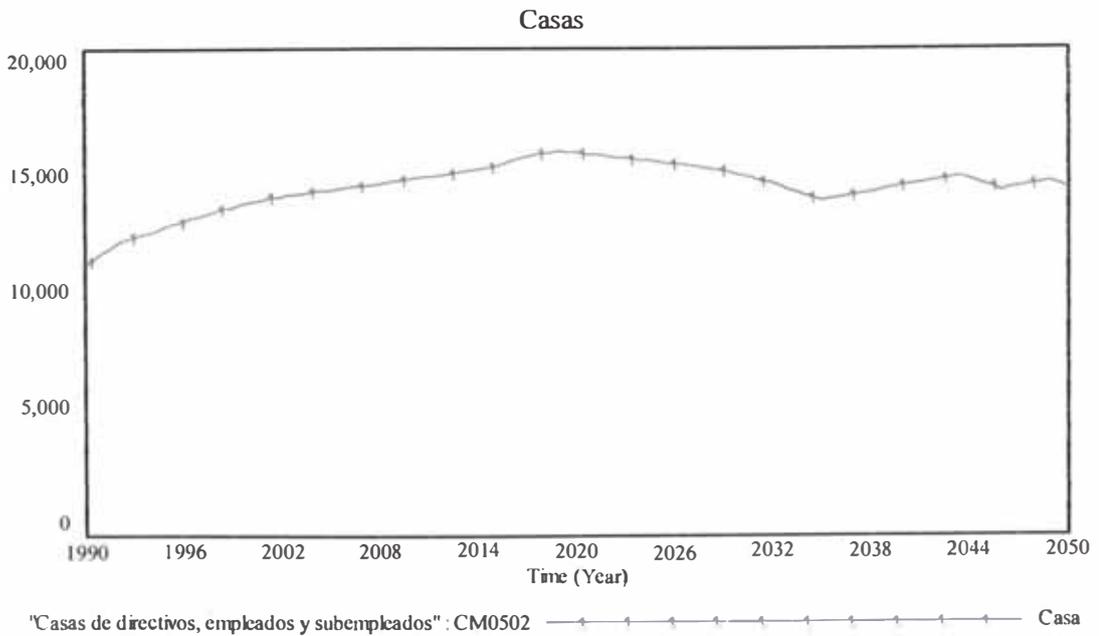
Figura 129 Ejecución del Modelo Total, Graduados y Titulado de la Universidad.



Fuente Resultados del Modelo de Graduados Titulados.

Vivienda

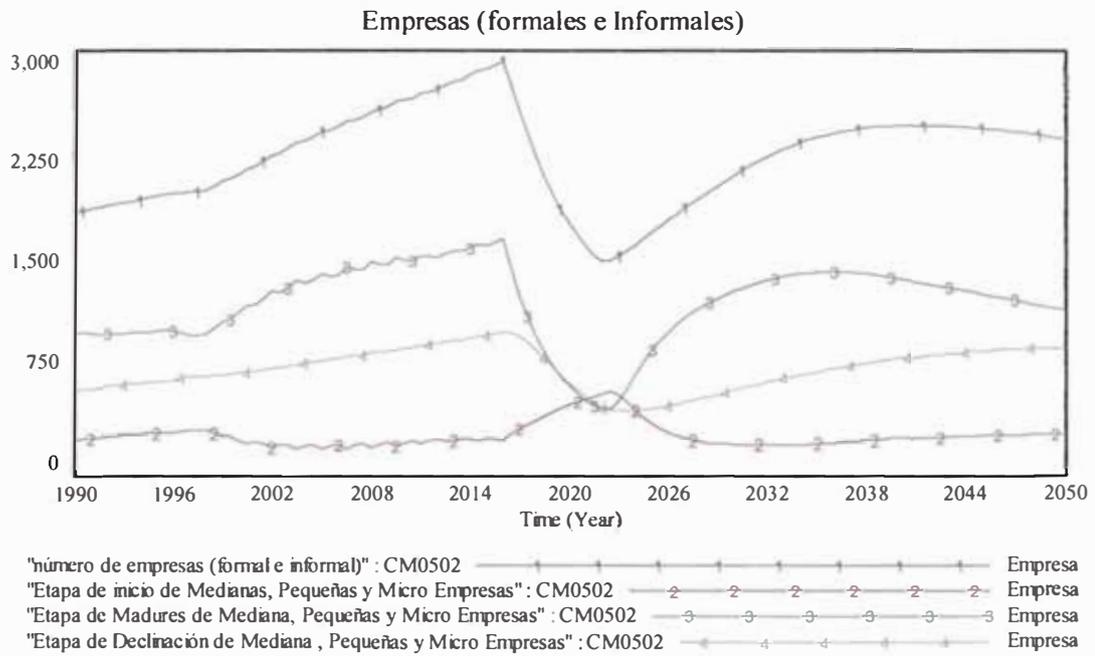
Figura 130 Ejecución del Modelo Total, Casas de la Ciudad.



Fuente Resultados del Modelo de Casas.

Empresarial

Figura 131 Ejecución del Modelo Total, Empresas (formales e informales).



Fuente Resultados del Modelo de Empresas Formales e informales.

3.2 Análisis de Sensibilidad

[Ventana(2003)] La experimentación con el análisis de sensibilidad es el proceso de variación de supuestos acerca del valor de las constantes en el modelo y de escudriñar el resultado de los datos para realizar cambios en los valores. La experimentación con el análisis de sensibilidad involucra cambios en los valores de las constantes (o de algunas constantes) y simulaciones, entonces cambiando los valores de constantes repetidas veces y con simulaciones repetidas, recurrentemente realizando esta operación una cantidad de veces y capturando los valores resultantes en columnas y filas de datos como la de una hoja de cálculo.

Se usó la Simulación Monte Carlo, también conocida como sensibilidad multivariable en la simulación (MVSS)⁴⁹ que hace este procedimiento automáticamente. Cientos hasta incluso miles de simulaciones pueden ser desarrolladas, con ejemplos de constantes sobre un rango de valores y se almacena los resultados para un análisis posterior.

Se analizó el modelo del Sistema modificando variables relevantes de los subsistemas como de lo Laboral, Educación y Minero. Al final se modificó todas estas variables a la vez de estos tres Subsistemas para un análisis del Modelo del Sistema propuesto cada una de ellas arrojó comportamientos similares con diferencias poco marcadas las que se tiene que interpretar.

Tabla 37 Análisis de Sensibilidad

Sensibilidad	Análisis	Influencia al Subsistema				
		Minera	Población	Vivienda	Laboral	Empresarial
	Laboral		x	x	x	x
	Educación		x	x	x	x
	Minera	x	x	x	x	x
	Laboral, Educación y Minería	x	x	x	x	x

Fuente Elab. Prop.

⁴⁹ Multivariate Sensitivity Simulation

El Software Vensin™ realiza esta operación mostrando mediante límites de confianza es este caso dividido en 50%, 75%, 95% y 100%. El límite de 50 es con el límite inferior que sería 0 hasta el límite de confianza, este recoge el intervalo del porcentaje de ejecuciones que se encuentran en el punto respecto al tiempo.

3.2.1 Sensibilidad en lo Laboral

Tabla 38 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo de Sensibilidad en lo Laboral.

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
Casas de directivos, empleados y subempleados (Casa)					
DSV. ESTA.	878.855	649.512	529.414	402.549	1076.402
MAX	14376.400	16129.200	16015.300	15225.100	16129.200
MIN	11000.000	13268.600	13810.400	13385.500	11000.000
MEDIANA	12901.898	14944.857	15113.657	14315.912	14319.055
número de empresas (formal e informal) (Empresa)					
DSV. ESTA.	158.635	263.259	293.956	133.234	349.283
MAX	2421.070	3135.820	2631.200	2767.600	3135.820
MIN	1850.000	1775.200	1426.730	1454.900	1426.730
MEDIANA	2056.803	2583.303	1921.868	2438.684	2251.722
personal directivo, empleados y subempleados (Trabajador)					
DSV. ESTA.	788.997	2024.435	1386.424	715.343	2390.217
MAX	18266.700	21895.900	16443.900	17074.400	21895.900
MIN	15372.700	12184.300	10394.000	10505.700	10394.000
MEDIANA	16105.045	18458.560	12895.231	15222.386	15666.604
población (Persona)					
DSV. ESTA.	5568.022	7462.165	6273.286	5485.918	11409.339
MAX	86264.200	85590.600	61599.000	65535.300	86264.200
MIN	54275.700	43323.000	31475.100	41368.500	31475.100
MEDIANA	64523.997	67492.190	43796.383	51895.804	56885.513

Fuente Resultados del Modelo de Sensibilidad en lo Laboral.

Sensibilidad en lo Laboral influye en la Población la *tasa de atracción o expulsión de personas* según la *tasa de desocupación* que ha variado en la población de 0.05 a 0.25 con una distribución aleatoria uniforme con 100 simulaciones consecutivas, esta influye a los subsistemas de población, vivienda, laboral y empresarial. Estas variaron tal como se muestra en la Figura 132, Figura 133, Figura 134 y Figura 135.

Como se puede observar en la Figura 132 cuando la *tasa de atracción o expulsión de personas* al variar influyen en la población pues esta es sensible a cualquier variación en la *tasa de desocupación* su comportamiento es de manera paralela a la *tasa de desocupación*. En el punto A de la Figura 132 se tiene una rápida dispersión de las ejecuciones llegando posteriormente un comportamiento regular. La población tiene su pico más alto en el 2016 llegando a 85611 habitantes y un mínimo de 45440 habitantes en el 2024.

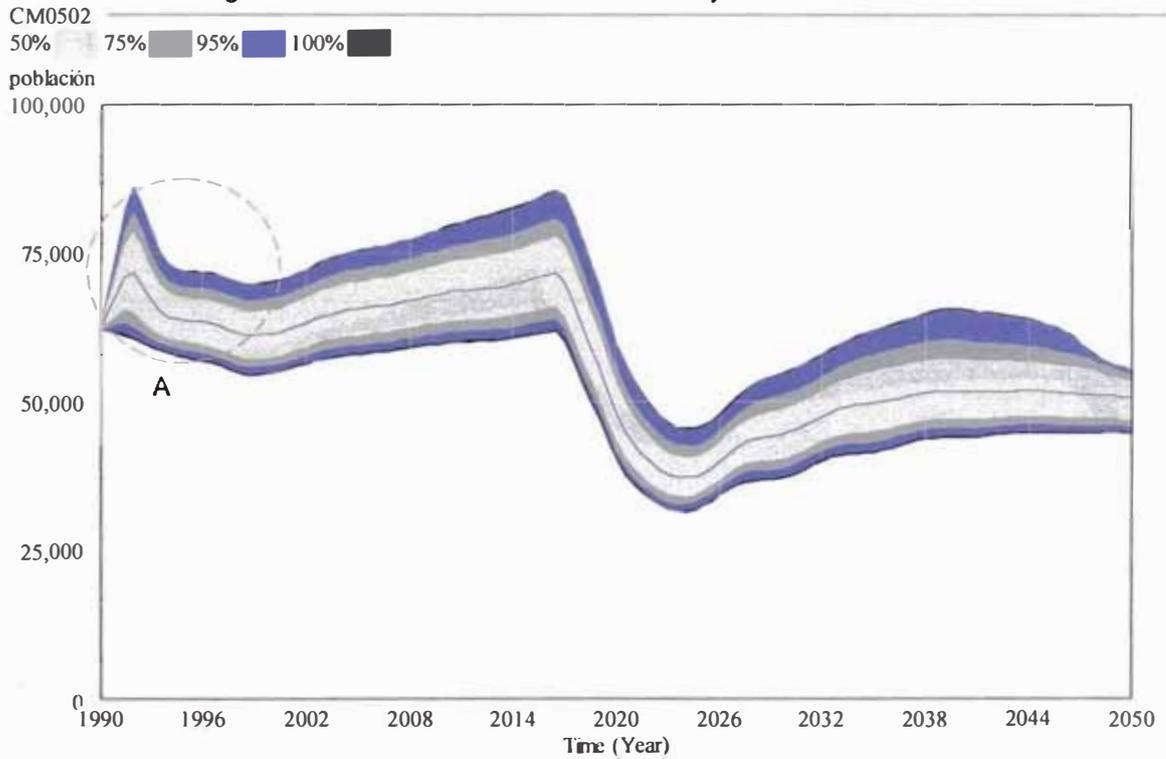
Parte de la población esta alojada en viviendas, departamentos o cuartos arrendados como se observa en la Figura 133 si la mayoría o todas las familias tuvieran vivienda propia esto reflejaría en el modelo en el aumento de viviendas. En lo referente a las viviendas no se tiene una variación impactante, pues el mercado de bienes raíces no es muy dinámico. En el punto A de la Figura 133 se tiene una prolongada dispersión de las ejecuciones con una acumulación de ejecuciones en el punto B de la Figura 133 y un regular comportamiento variado en el punto C de de la Figura 133.

Respecto a la sensibilidad en la *tasa de desocupación*, no hace variar de gran manera al personal que trabaja en la ciudad pues cuando la *tasa de desocupación* varia esto se regula mediante el ingreso o egreso de persona. Se tiene un comportamiento levemente incremental teniendo una atenuación en el punto A de la Figura 134.

En la Figura 135 se muestra la labor empresarial y comercial se regula según a la oferta y demanda de la población así como a su poder adquisitivo per capita, la que influye en el ingreso o egreso de persona y en el peor de los casos puede aumentar la pobreza extrema. En la Figura 135 se tiene una mejor recuperación empresarial del tercer quincenio con relación con el segundo quincenio. El punto A de la Figura

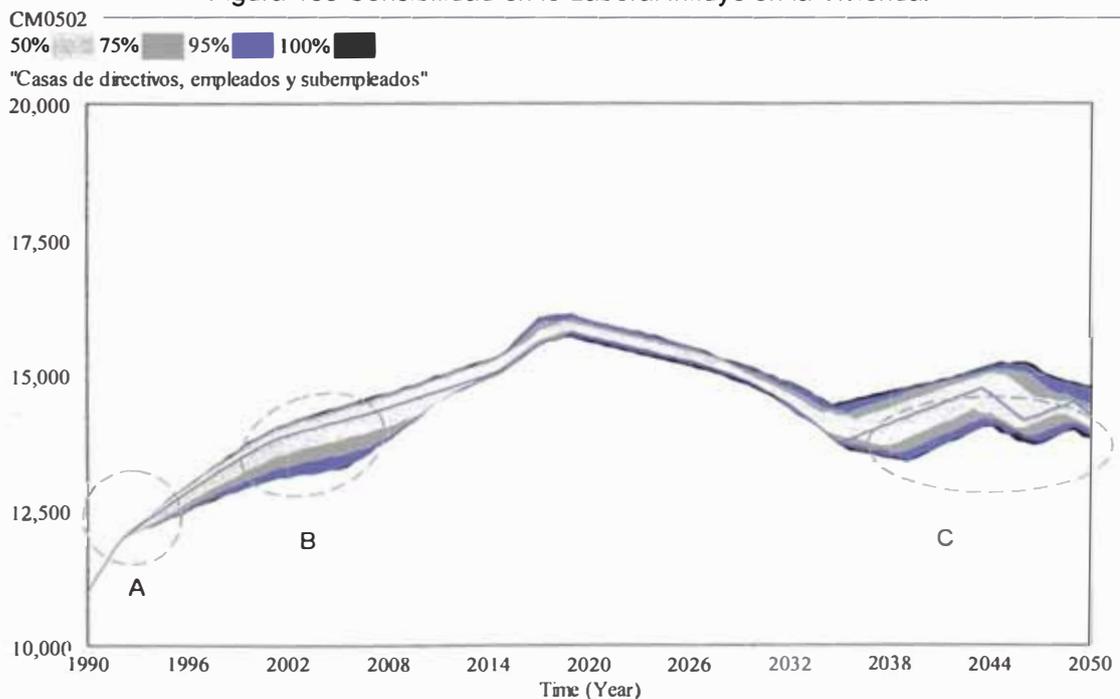
135 se tiene poca variación de las ejecuciones respecto con el punto B de la Figura 135.

Figura 132 Sensibilidad en lo Laboral influye en la Población.



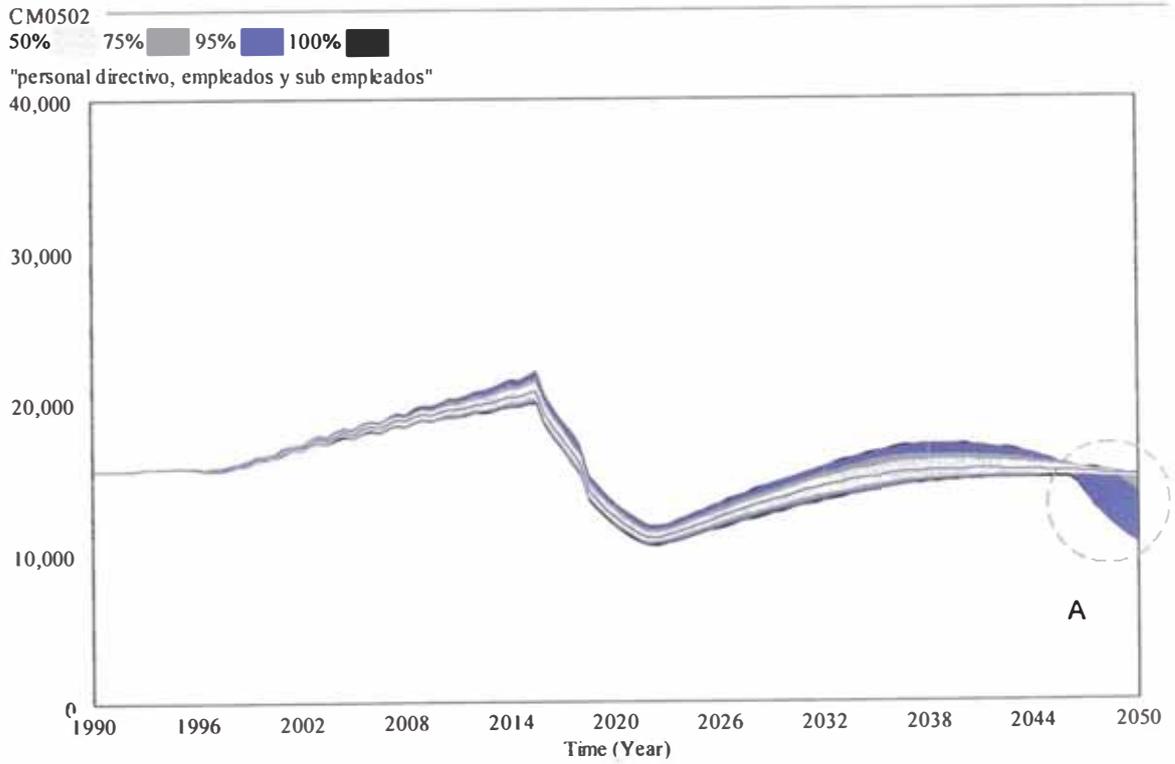
Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral.

Figura 133 Sensibilidad en lo Laboral influye en la Vivienda.



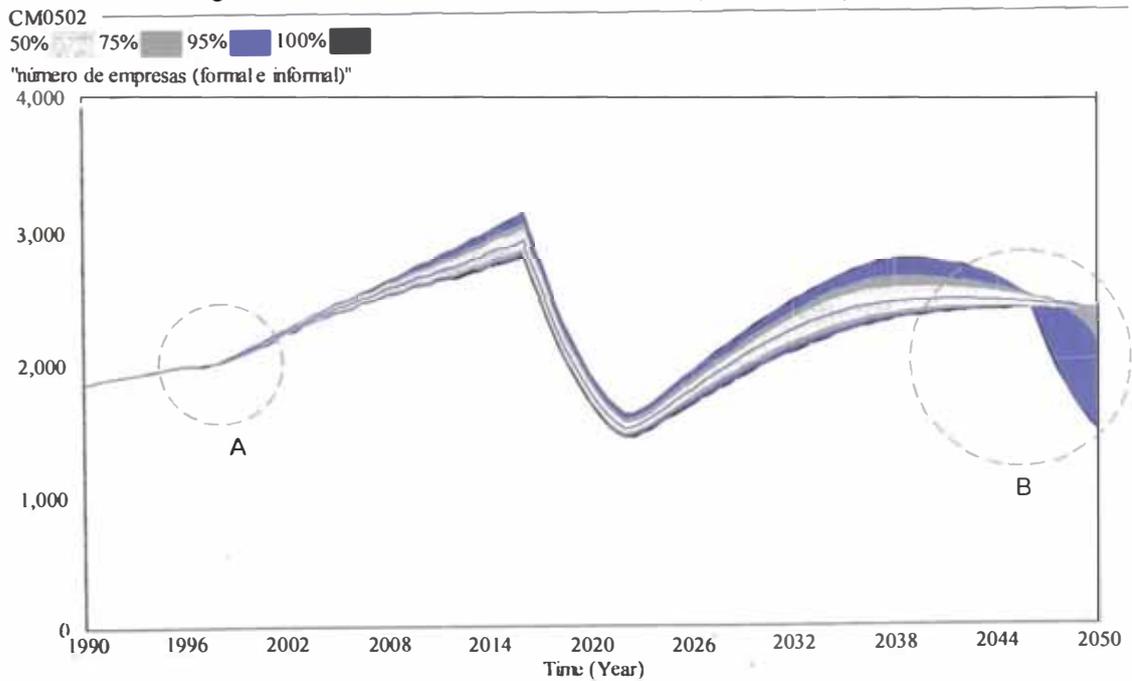
Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral.

Figura 134 Sensibilidad en lo Laboral influye en lo Laboral.



Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral.

Figura 135 Sensibilidad en lo Laboral influye en lo Empresarial.



Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral.

3.2.2 Sensibilidad en Educación

En estos datos se ha modificado la variable *efectividad de la educación* tipo Dmnl de su valor normal 1, se ha variado en 0.7 a 1.3 con una distribución aleatoria uniforme con 100 simulaciones consecutivas. La *efectividad en la educación* esta directamente relacionado con el número de estudiantes de los centros de estudio básico (inicial, primaria y secundaria, esta sea regular o no regular) y complementario (superior, ocupacionales, tecnológico y universitario).

Tabla 39 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo de Sensibilidad en Educación.

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
Casas de directivos, empleados y subempleados (Casa)					
DSV. ESTA.	904.997	813.203	752.748	1004.652	1319.501
MAX	14709.000	17826.000	17611.700	17066.500	17826.000
MIN	11000.000	13943.400	13772.400	12581.300	11000.000
MEDIANA	12959.103	15323.262	15446.966	14531.573	14564.948
número de empresas (formal e informal) (Empresa)					
DSV. ESTA.	198.528	390.664	337.627	279.513	409.683
MAX	2706.940	3552.190	2843.920	3068.690	3552.190
MIN	1745.960	1482.610	1290.230	1704.780	1290.230
MEDIANA	2046.865	2569.982	1914.460	2432.094	2242.431
personal directivo, empleados y sub empleados (Trabajador)					
DSV. ESTA.	993.444	2506.087	1640.873	1472.820	2630.343
MAX	19584.000	23866.500	17428.100	18494.700	23866.500
MIN	14283.800	10728.800	9726.350	11695.800	9726.350
MEDIANA	16051.965	18379.204	12844.363	15177.555	15609.671
población (Persona)					
DSV. ESTA.	3586.693	6902.444	5294.142	5020.499	10882.225
MAX	71893.700	82568.200	57739.500	62568.100	82568.200
MIN	55617.900	43228.700	32989.500	41434.800	32989.500
MEDIANA	63988.421	66752.425	43281.920	51359.689	56304.408

Fuente Resultados del Modelo de Sensibilidad en Educación.

Los Subsistemas de población, vivienda, laboral, empresarial variaron notablemente tal como se muestra en la Tabla 39, la Figura 136, la Figura 137, la Figura 138 y la Figura 139. El desequilibrio incide fuertemente en el factor de generación de negocios por lo que influye en lo empresarial y por ende en lo laboral y vivienda.

La variable propuesta de la *efectividad de la educación* influye en la creación de empresas la que incide en la oferta de empleo es por eso que tiene un comportamiento similar la sensibilidad en educación a los resultados de sensibilidad en lo laboral.

Un factor que se tiene que resaltar, es que en Países desarrollados se tiene un alto costo en servicios esto en proporción mucho más que los productos, lo que significa las fuertes políticas laborales que tienen, no es el caso de este modelo.

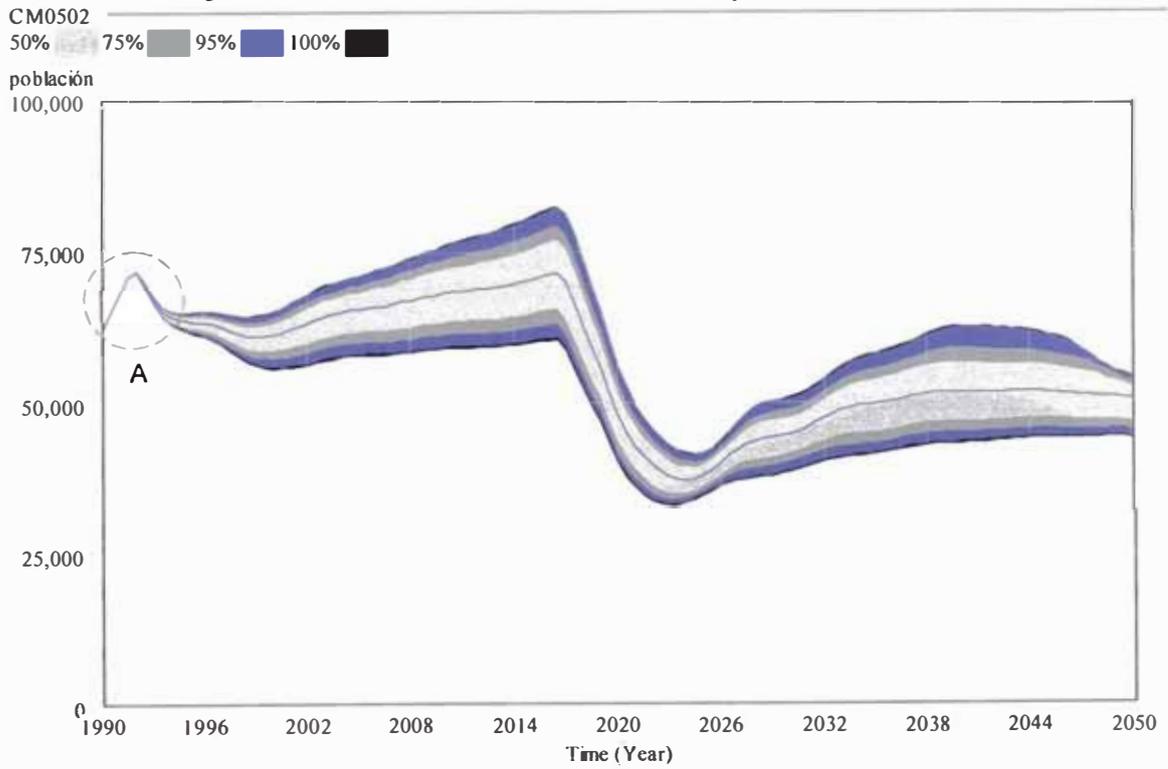
El punto A de la Figura 136 se tiene un retardo en la dispersión de las ejecuciones llegando posteriormente a una propagación regular.

Respecto a las viviendas tiene una disminuida variación inicialmente como se ve en el punto A de la Figura 137, las ejecuciones dan resultados que tienden a aumentar el número de viviendas en el punto B de la Figura 137 y una variación subsecuentemente a un comportamiento regular en el punto C de la Figura 137.

Respecto al plano laboral se tiene una dispersión uniforme de las ejecuciones hasta el punto A de la Figura 138.

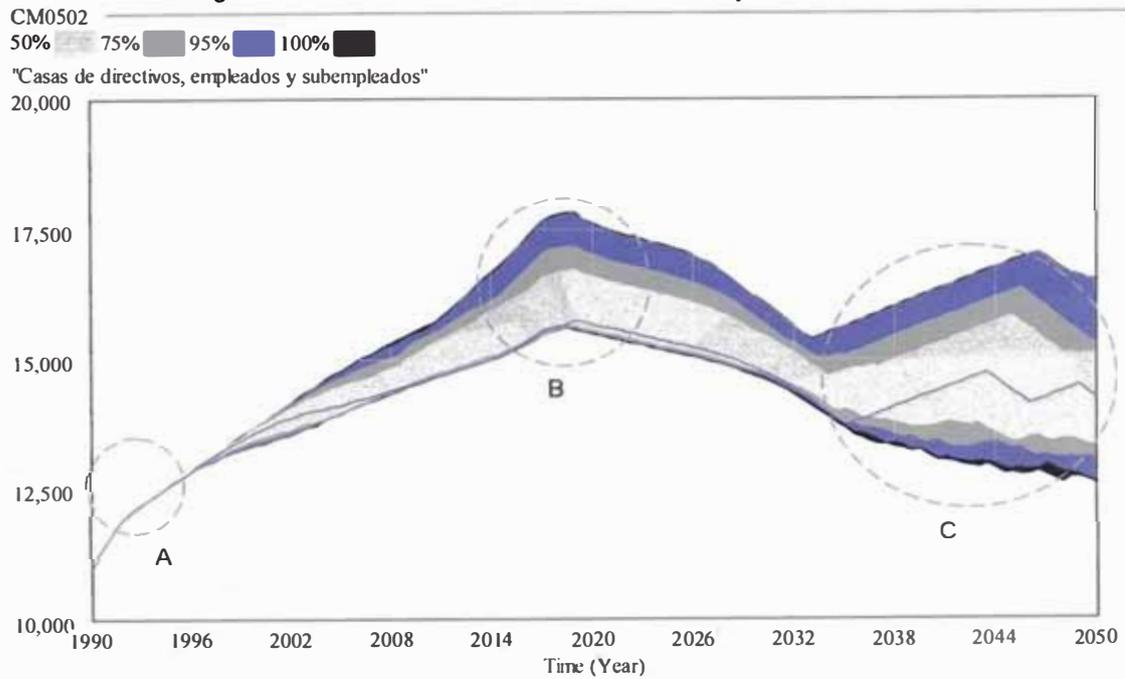
Respecto a lo empresarial, no se tendría una recuperación en el cuarto quincenio respecto al segundo quincenio. Con un inicio de variación en el punto A de la Figura 139 y una variación irregular en el punto B de la Figura 139.

Figura 136 Sensibilidad en la Educación influye en la Población.



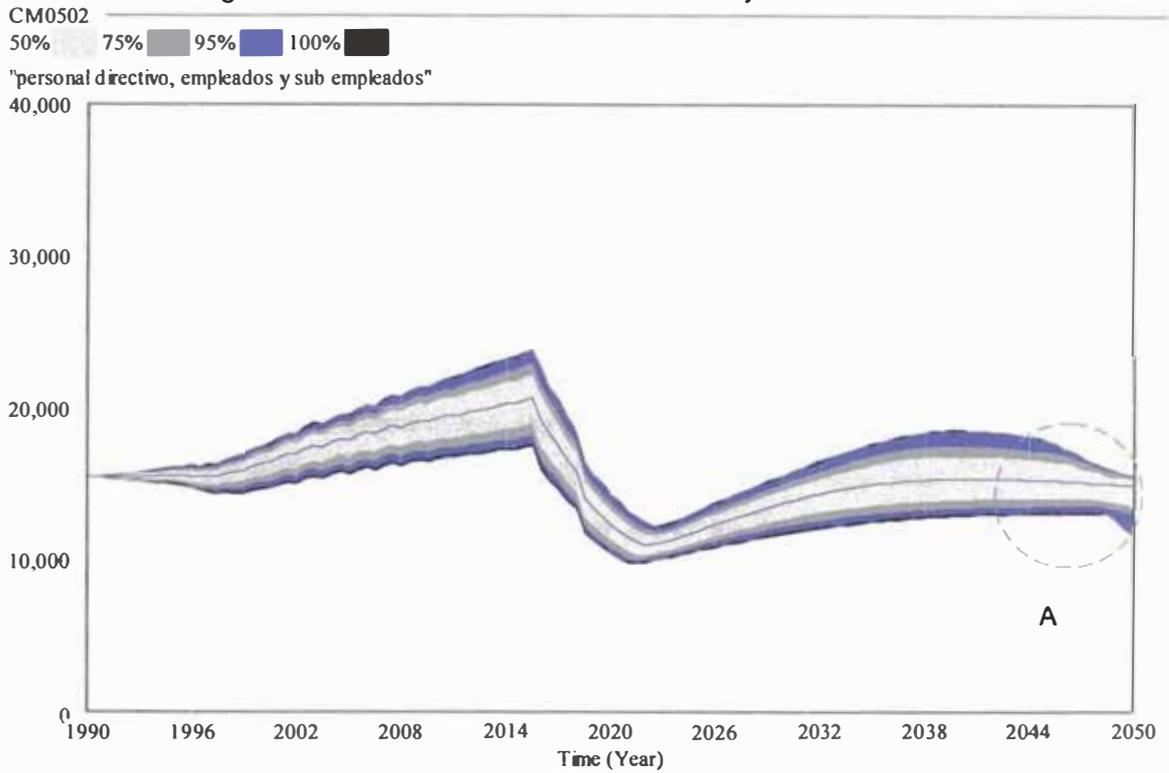
Fuente Resultados de Sensibilidad en la Educación.

Figura 137 Sensibilidad en la Educación influye en la Vivienda.



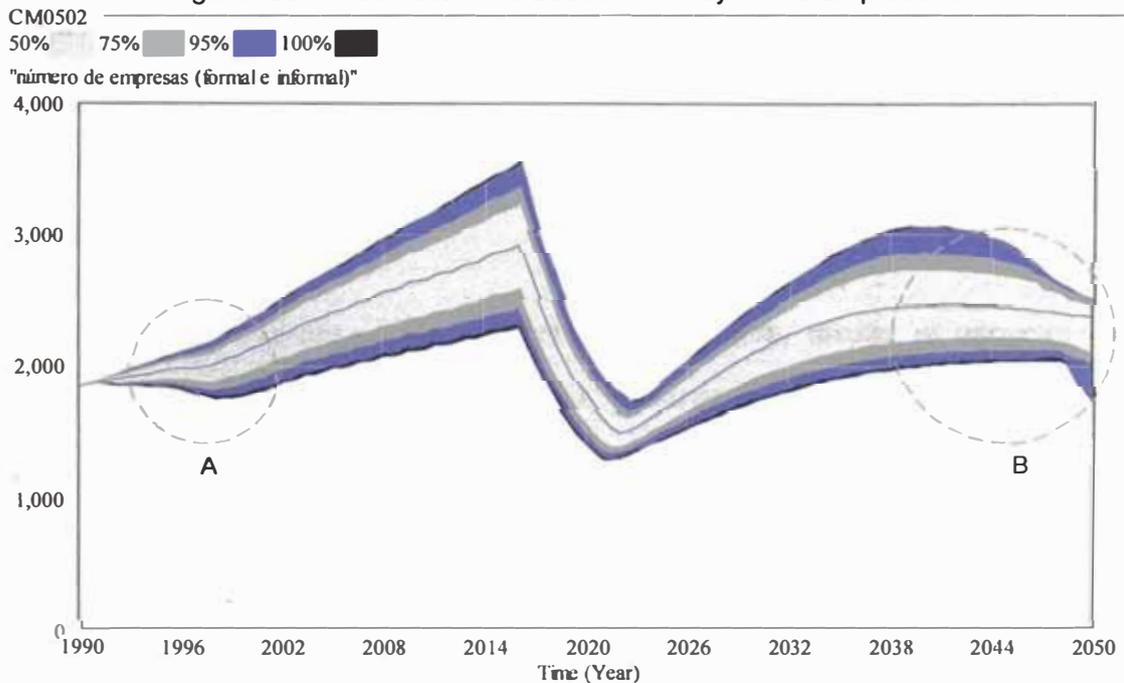
Fuente Resultados de Sensibilidad en la Educación.

Figura 138 Sensibilidad en la Educación influye en lo Laboral.



Fuente Resultados de Sensibilidad en la Educación.

Figura 139 Sensibilidad en la Educación influye en lo Empresarial.



Fuente Resultados de Sensibilidad en la Educación.

3.2.3 Sensibilidad en la Minería

Se evaluó las reservas según diferentes niveles de extracción evaluando variables claves para el Modelo, se varió las variables con 100 simulaciones utilizando la función aleatoria uniforme (random uniform):

- *capacidad normal de mejora* que incide directamente en el *nivel de producción deseado de la mina subterránea*, la variable *capacidad normal de mejora* se dio de su valor en el modelo de 300 a una variación de 200 a 400 con variable tipo Dmnl.
- *nivel de producción deseado del tajo abierto* su estado normal es de 1600000 se ha variado de 1300000 a 1800000 con variable tipo Dmnl.
- *reserva de mina subterránea toneladas* se varió su valor de 26839900 desde 25839900 a 28839900 Toneladas.
- *reservas del tajo abierto toneladas* se varió su valor de 39415200 desde 38415200 a 41415200 Toneladas.

Los resultados se muestran en la Tabla 40, la Figura 140, la Figura 141, la Figura 142, la Figura 143 y la Figura 144.

Según esta variación más que nada de lo referente a la explotación de minerales de la Minera, todo esto según la optimización de operaciones del tajo abierto y de la mina subterránea se realizó el análisis de sensibilidad y su efecto en los diferentes subsistemas.

Las variaciones respecto a las reservas de la minera, amplía el espectro de posibilidades de varios años adicionales y consecuentemente en los demás subsistemas.

Respecto a la extracción del Mineral tenemos picos de la explotación en el punto A de la Figura 140, la que ocasiona un rápido consumo de los minerales en el punto B de la Figura 140. En caso que se tenga una menor explotación del mineral de las canteras se observa en el punto C de la Figura 140 las ejecuciones de menores

procesos productivos de la Minera son por dos supuestos planteados de menor explotación y de mayores reservas de mineral.

Tabla 40 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo de Sensibilidad en la Minería.

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
Casas de directivos, empleados y subempleados (Casa)					
DSV. ESTA.	908.101	633.256	863.680	449.652	1065.252
MAX	14633.700	16486.400	16721.400	15456.300	16721.400
MIN	11000.000	13523.800	13057.000	12276.200	11000.000
MEDIANA	12958.512	14839.169	14867.575	14163.361	14206.792
mineral total extraído (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	265786.557	979526.140	251585.042	0.000	1219912.521
MAX	3269610.000	3474760.000	2217700.000	0.000	3474760.000
MIN	1858460.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	2436166.583	2003244.791	71098.550	0.000	1118308.246
número de empresas (formal e informal) (Empresa)					
DSV. ESTA.	153.865	374.914	300.625	117.544	347.485
MAX	2436.490	3115.300	3014.800	2511.400	3115.300
MIN	1573.730	1405.360	1336.780	1615.270	1336.780
MEDIANA	2032.986	2461.750	1906.473	2385.655	2198.277
personal directivo, empleados y sub empleados (Trabajador)					
DSV. ESTA.	798.828	2475.962	1496.788	602.804	2334.364
MAX	18310.900	21656.700	20663.800	15608.100	21656.700
MIN	13252.900	10428.700	9881.150	11040.000	9881.150
MEDIANA	15972.794	17791.462	12886.333	14927.980	15390.786
población (Persona)					
DSV. ESTA.	3334.045	7436.218	5984.693	2337.931	10176.046
MAX	71679.300	75129.300	71711.500	52677.000	75129.300
MIN	50046.800	36125.800	33162.100	36028.900	33162.100
MEDIANA	63777.096	64292.654	43867.811	50234.101	55499.041

Fuente Resultados del Modelo de Sensibilidad en la Minería.

Respecto a la población se tiene una variación casi nula en el punto A de la Figura 141 con una variación negativa de ejecuciones en el punto B de la Figura 141. En el punto C de la Figura 141 se tiene la máxima población y la menor población en el punto D de la Figura 141 que esta en el tercer y cuarto quincenio.

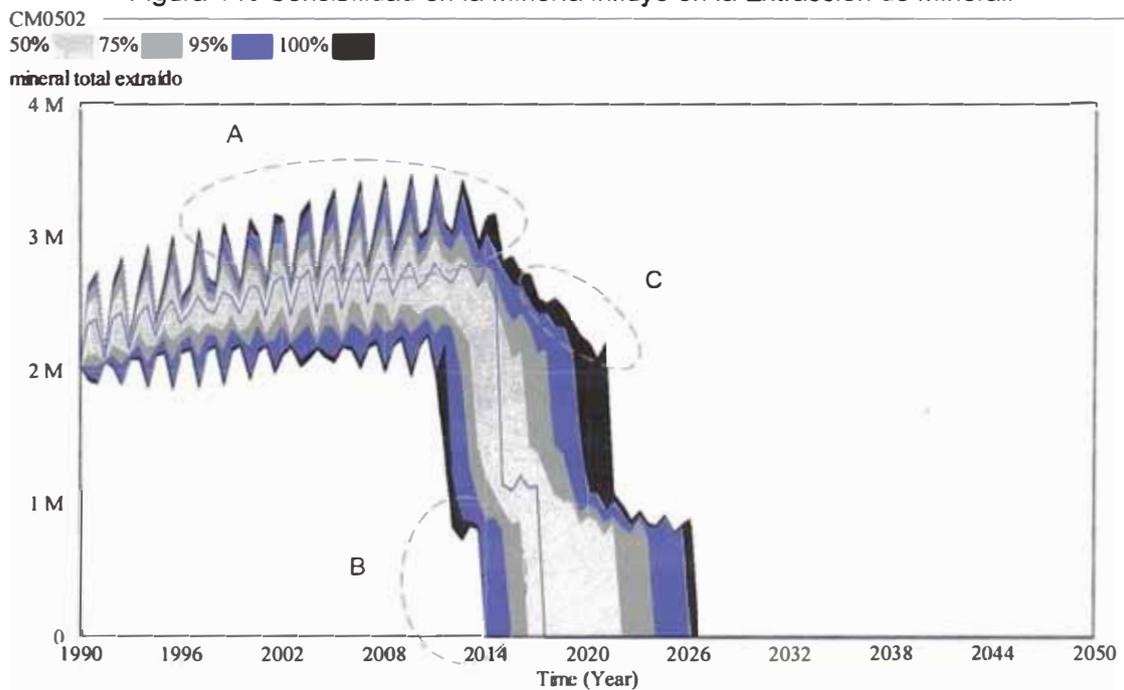
Respecto a las viviendas se tiene un inicio en el punto A de la Figura 142 con una leve varianza en el punto B de la Figura 142. Tiene un comportamiento regular en el

punto C de la Figura 142 e irregular dando el menor numero de viviendas en el punto D de la Figura 142.

Respecto al plano laboral tenemos no muy variada repercusión en los primeros años en el punto A de la Figura 143, con varianzas negativas en el punto B de la Figura 143, con valores máximos del punto C de la Figura 143 y mínimos del punto C de la Figura 143. Llegando tener una mínima variación de ejecuciones al final en el punto E de la Figura 143.

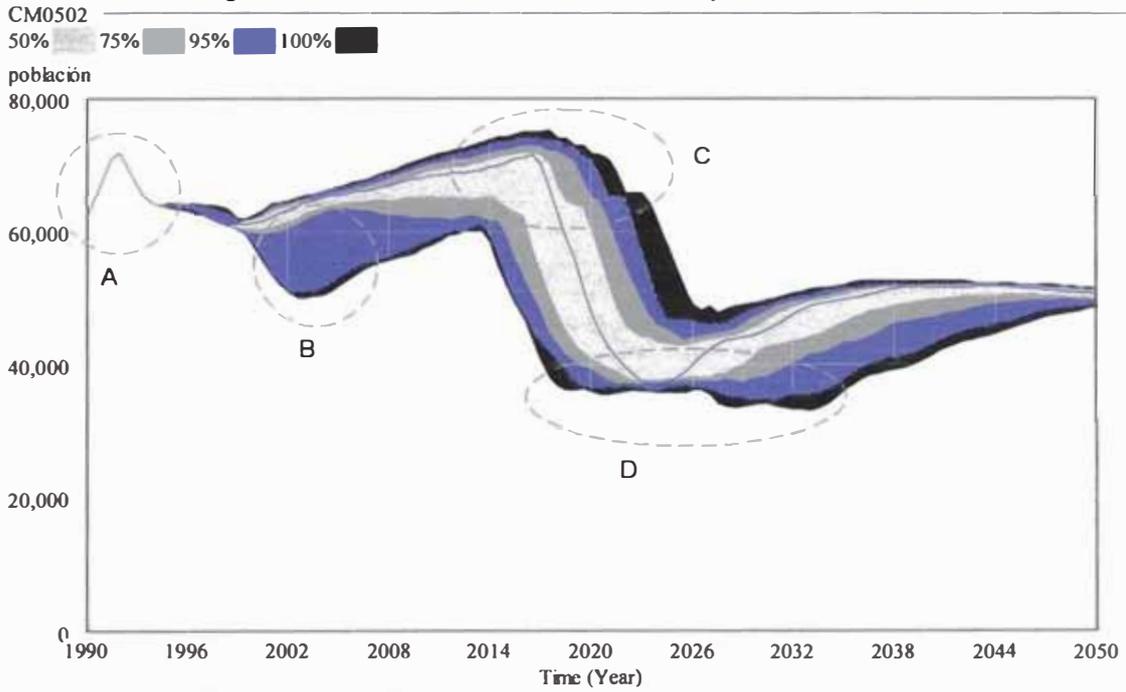
Respecto a lo Empresarial con un inicio con leves variaciones positivas en el punto A de la Figura 144 y variación negativa en el punto B de la Figura 144. Con un máximo de empresas en el punto C de la Figura 144 y una posible estabilización de empresas en el punto E de la Figura 144.

Figura 140 Sensibilidad en la Minería influye en la Extracción de Mineral.



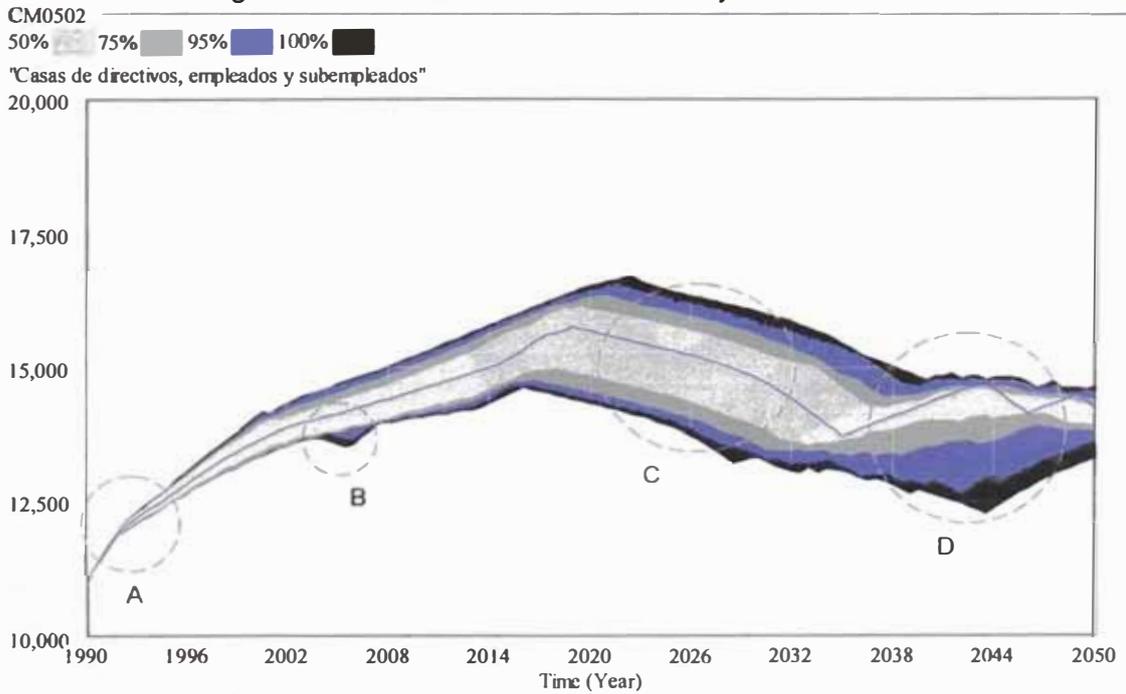
Fuente Resultados de Sensibilidad en la Minería.

Figura 141 Sensibilidad en la Minería influye en la Población.



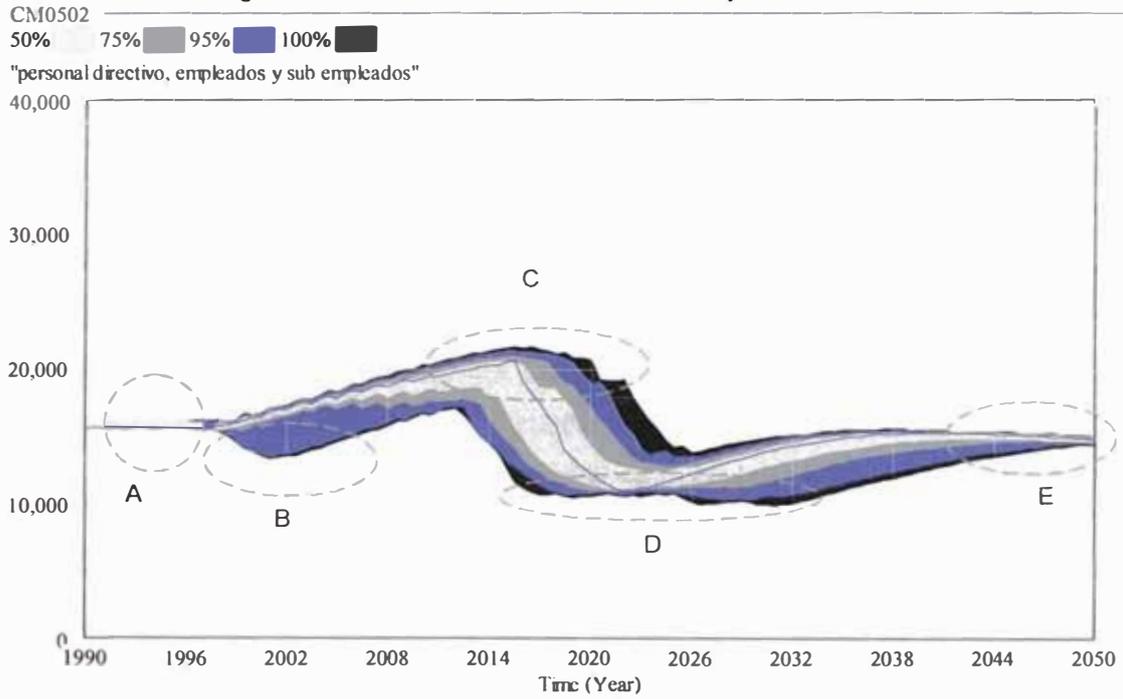
Fuente Resultados de Sensibilidad en la Minería.

Figura 142 Sensibilidad en la Minería influye en la Vivienda.



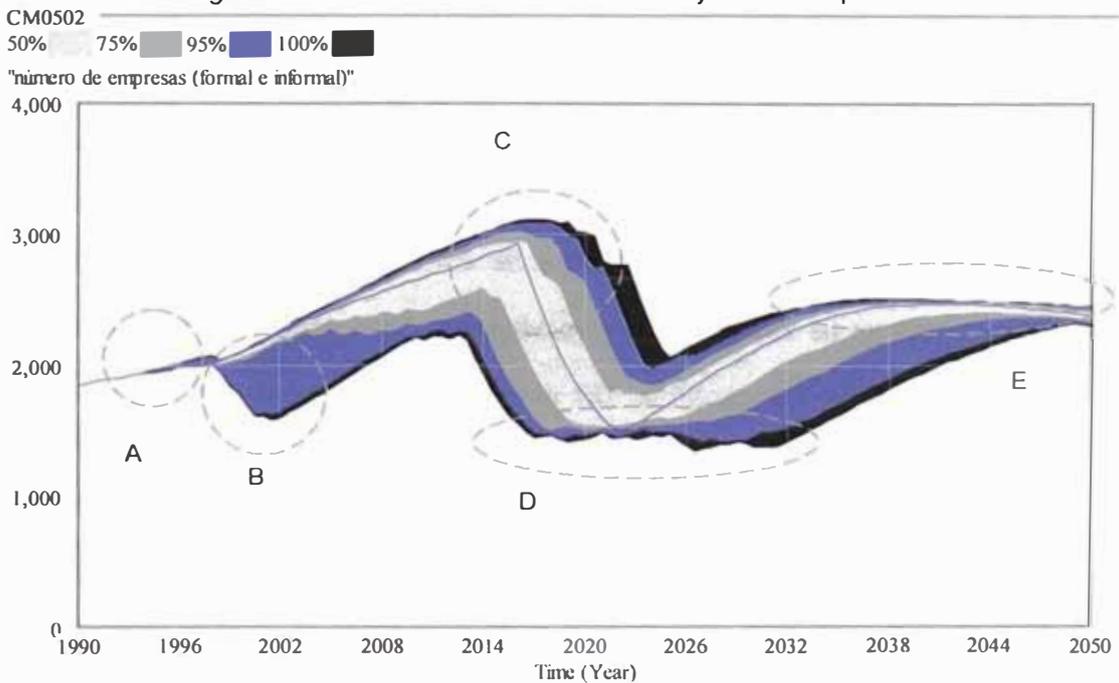
Fuente Resultados de Sensibilidad en la Minería.

Figura 143 Sensibilidad en la Minería influye en lo Laboral.



Fuente Resultados de Sensibilidad en la Minería.

Figura 144 Sensibilidad de la Minería influye en lo Empresarial.



Fuente Resultados de Sensibilidad en la Minería.

3.2.4 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería

Se realizó 100 simulaciones consecutivas con la sensibilidad de los siguientes datos:

- *tasa de atracción o expulsión de personas* según la *tasa de desocupación* que ha variado en la población de 0.05 a 0.25 con una distribución aleatoria uniforme.
- *efectividad de la educación* tipo Dmnl de su valor normal 1 se ha variado en 0.7 a 1.3 con una distribución aleatoria uniforme.
- *capacidad normal de mejora* que incide directamente en el *nivel de producción deseado de la mina subterránea*, la variable *capacidad normal de mejora* se dio de su valor en el modelo de 300 a una variación de 200 a 400 con variable tipo Dmnl con una distribución aleatoria uniforme.
- *nivel de producción deseado del tajo abierto* su estado normal es de 1600000 se ha variado de 1300000 a 1800000 con variable tipo Dmnl con una distribución aleatoria uniforme.
- *reserva de mina subterránea toneladas* se varió su valor de 26839900 desde 25839900 a 28839900 Toneladas con una distribución aleatoria uniforme.
- *reservas del tajo abierto toneladas* se varió su valor de 39415200 desde 38415200 a 41415200 Toneladas con una distribución aleatoria uniforme.

Se realizó todas las vanaciones en lo laboral, Educación y Minero expuestos anteriormente. El modelo dio los siguientes resultados que se muestran en la Tabla 41, la Figura 145, la Figura 146, la Figura 147, la Figura 148 y la Figura 149.

Respecto a la Minería se obtiene picos de la explotación en las canteras en el segundo quincenio que se ve en el punto A de la Figura 145. En algunas ejecuciones se tiene un agotamiento temprano de los minerales en el punto B de la Figura 145. Se observa un declive de explotación de los minerales en las ejecuciones de las simulaciones en el punto C de la Figura 145.

Respecto a las simulaciones se tiene un aumento de posibilidades algo que resalta claramente en el alto valor de desviación estándar. En el punto A de la Figura 146 se tiene una alta variación pronunciada positiva y teniendo en los menores valores una caída regular. Se observa el menor valor del primer quincenio en el punto de B de la Figura 146. Se tiene los valores máximos de población en el segundo quincenio en el punto C de la Figura 146. Se estima los menores valores de población en el tercer quincenio en el punto D de la Figura 146. Se aprecia los máximos valores de una posterior recuperación poblacional en el cuarto quincenio en el punto E de la Figura 146.

Tabla 41 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
Casas de directivos, empleados y subempleados (Casa)					
DSV. ESTA.	899.958	856.159	1007.165	1026.201	1352.173
MAX	15028.800	18330.800	18372.800	17247.500	18372.800
MIN	11000.000	13110.200	12990.900	11966.400	11000.000
MEDIANA	12917.871	15105.859	15427.090	14454.798	14476.226
mineral total extraído (Tonelada/Year)					
DSV. ESTA.	222575.188	752303.432	298527.666	0.000	1159695.134
MAX	2993590.000	3125070.000	2337580.000	0.000	3125070.000
MIN	1852750.000	0.000	0.000	0.000	0.000
MEDIANA	2348105.650	2059227.806	103647.243	0.000	1118424.967
número de empresas (formal e informal) (Empresa)					
DSV. ESTA.	197.533	468.141	379.710	345.394	444.308
MAX	2729.300	3849.720	3692.360	3501.400	3849.720
MIN	1414.080	1269.030	1237.460	1468.960	1237.460
MEDIANA	2014.964	2511.900	1877.125	2383.878	2198.512
personal directivo, empleados y sub empleados (Trabajador)					
DSV. ESTA.	999.447	2685.883	2053.288	1833.841	2731.906
MAX	19547.600	25137.100	23510.000	20900.200	25137.100
MIN	12426.900	9919.700	9306.260	10331.000	9306.260
MEDIANA	15835.980	18063.187	12813.929	14927.586	15406.182
población (Persona)					
DSV. ESTA.	6399.573	10462.968	9665.277	8360.518	12378.538
MAX	85301.400	95974.800	92044.400	79299.700	95974.800
MIN	43966.200	32989.000	28197.600	31101.300	28197.600
MEDIANA	63691.338	65066.039	44527.375	50698.915	55952.140

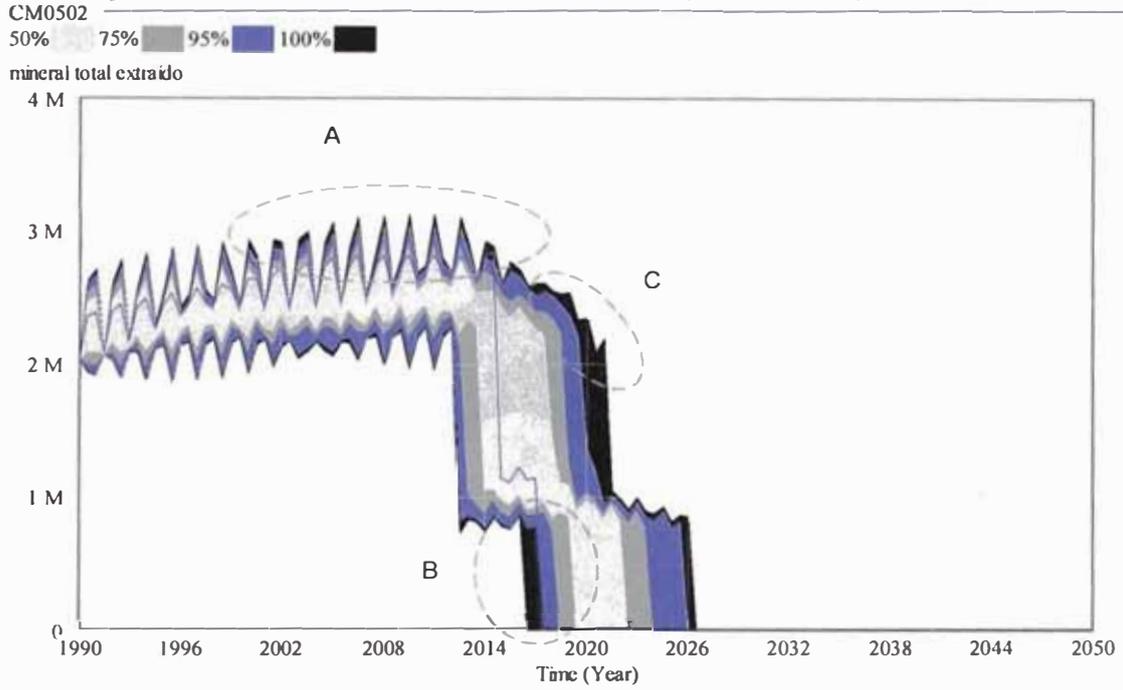
Fuente Resultados del Modelo de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

Respecto a las Viviendas se observa picos negativos en el punto A de la Figura 147. Se persive un comportamiento irregular en el punto B de la Figura 147 se tiene los posibles máximos valores de casas en el punto C de la Figura 147 en este punto también se muestra la caída del número de casas por efecto de la despoblación. En el punto D de la Figura 147 se puede observar los mínimos valores de hogares de un supuesto éxodo, teniendo los menores valores en el cuarto quincenio.

Respecto a lo laboral se tiene una variación casi regular en el tiempo de las ejecuciones, teniendo un inicio regular. Se obtiene en el Punto A de la Figura 148 una disminución del mercado laboral la menor del primer quincenio. Se tiene los picos de personas que laboran en el punto B de la Figura 148 en el segundo quincenio. La disminución del mercado laboral se encuentra en el tercer quincenio en el punto C de la Figura 148. Se observa una irregular recuperación del mercado laboral en el cuarto quincenio que se muestra en el punto D de la Figura 148.

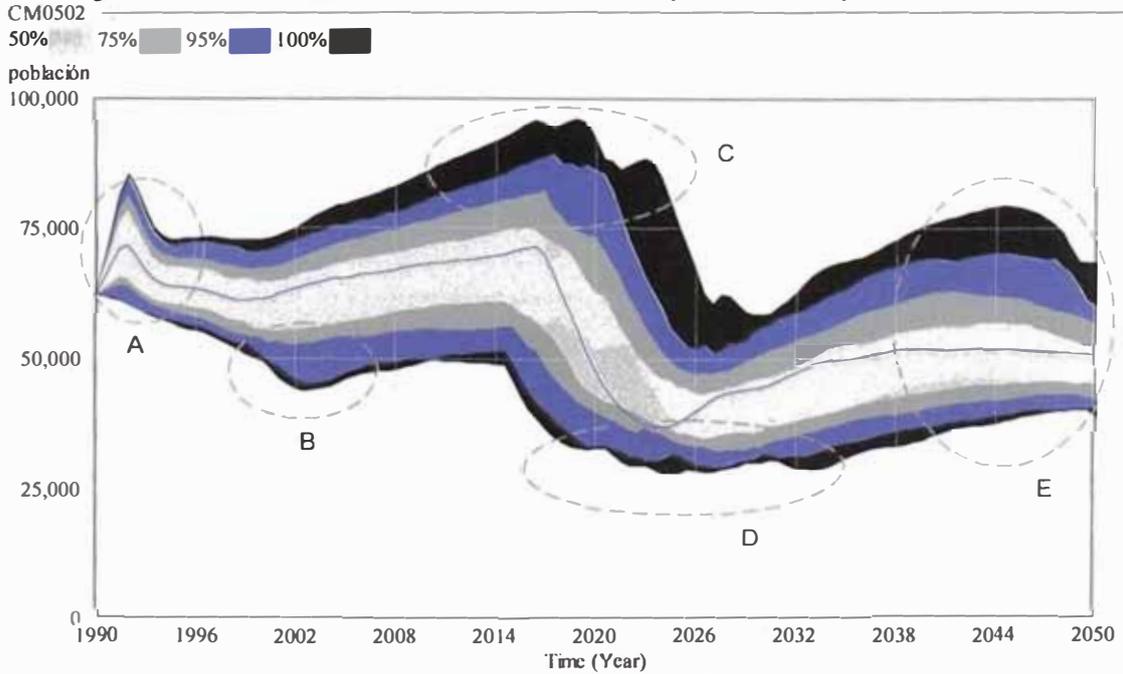
Respecto a lo Empresarial se tiene una alta variación de los valores de las simulaciones. Se observa un inicio de las variaciones regular en punto A de la Figura 149. Una disminución de empresas en el punto B de la Figura 149. Se obtiene picos de altos números de empresas en el punto C de la Figura 149 las que posteriormente no se llegará ha alcanzar según datos del modelo propuesto. Se observa los menores números de empresa en el punto D de la Figura 149. Se tiene una recuperación irregular según los puntos E y F de la Figura 149.

Figura 145 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería influye en la Minería.



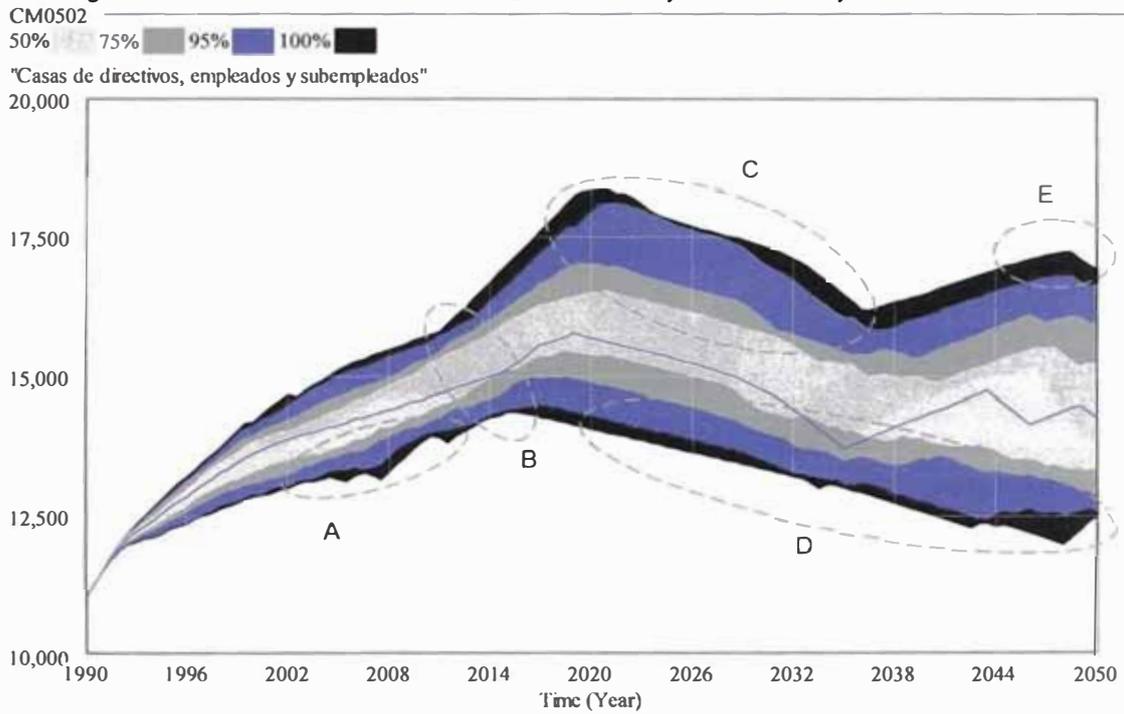
Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

Figura 146 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería influye en la Población.



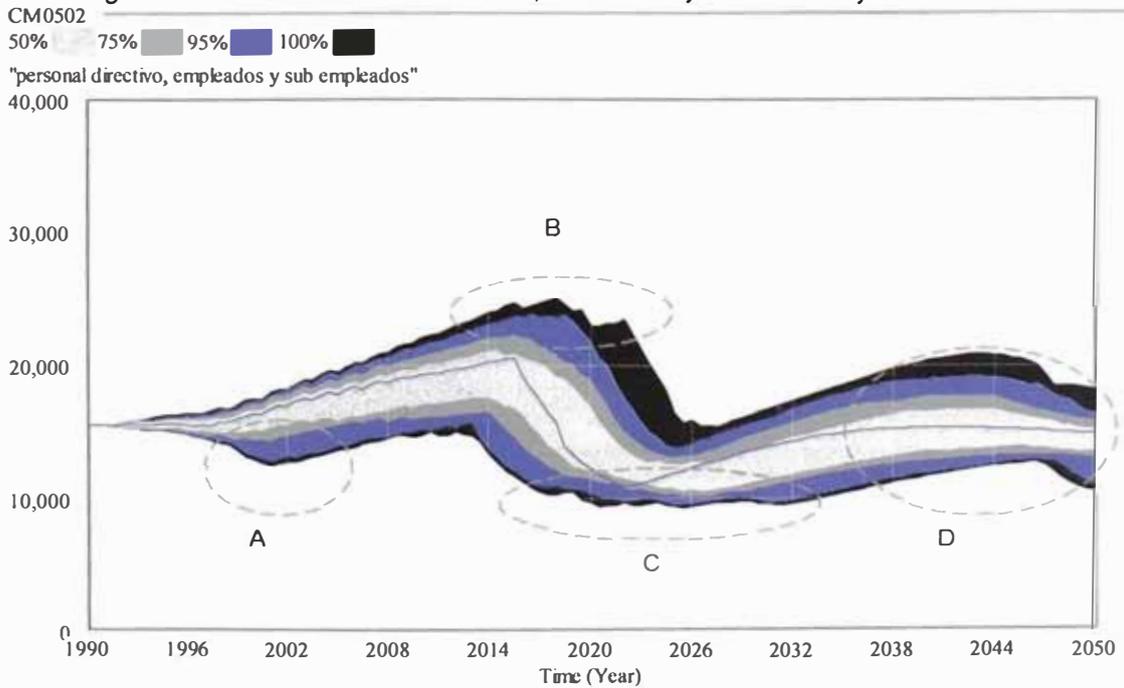
Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

Figura 147 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería influye en las Viviendas.



Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

Figura 148 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería influye en lo Laboral.



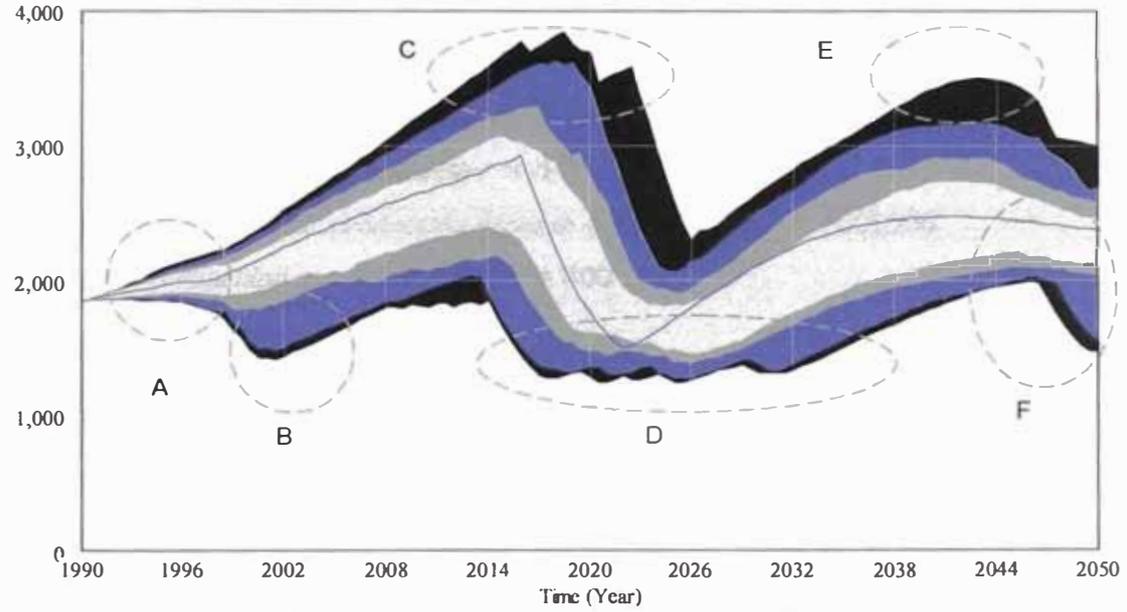
Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

Figura 149 Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería influye en lo Empresarial.

CM0502

50% 75% 95% 100%

"número de empresas (formal e informal)"



Fuente Resultados de Sensibilidad en lo Laboral, Educación y Minería.

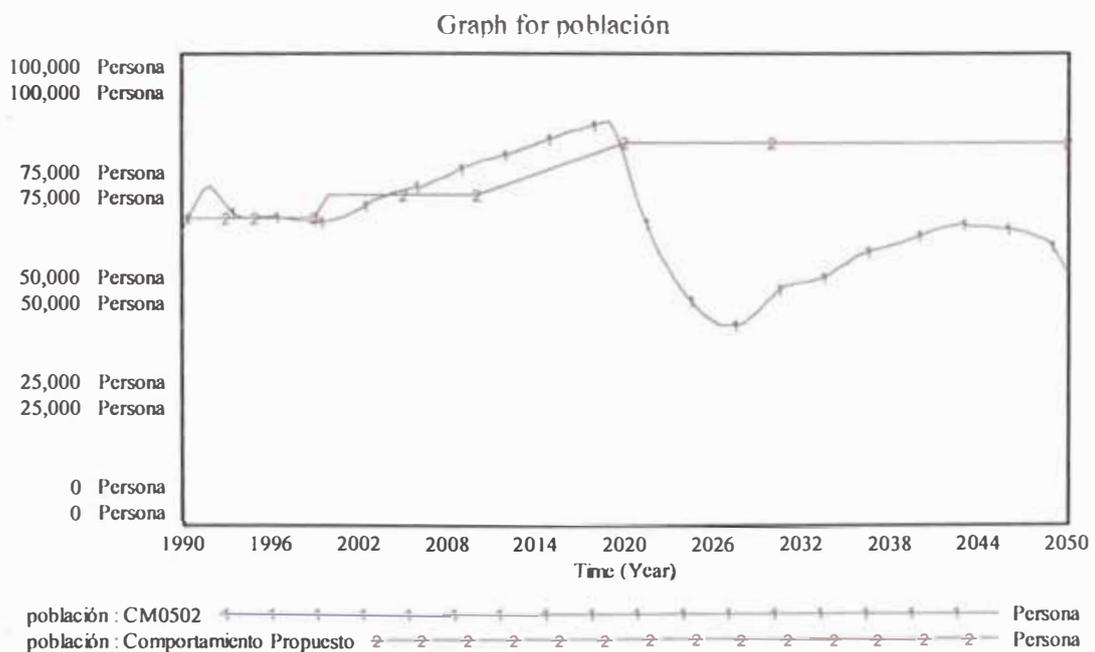
3.3 Optimización y Cambio de Política

Se realizó una prueba de optimización dentro de un universo delimitado por:

- $0.05 \leq \text{tasa de atracción o expulsión de personas} \leq 0.25$
- $0.7 \leq \text{efectividad de la educación} \leq 1.3$
- $1300000 \leq \text{nivel de producción deseado del tajo abierto} \leq 1800000$
- $200 \leq \text{capacidad normal de mejora} \leq 400$

La línea demarcada por *población: Comportamiento Propuesto* es el comportamiento que suponemos debería seguir la población sin ningún tipo de variación, estos datos se le asignó al software para que evalúe el mejor juego de variables para asemejar el valor de *población: CM0502* de la Figura 150.

Figura 150 Comportamiento propuesto al análisis de sensibilidad.



Fuente Resultados de Optimización del Modelo.

Los datos de la Figura 150 son los mismos de la Figura 111 y de la Tabla 36 respecto a *población: CM0502*. Se realizó las operaciones con el software Vensim™, lo que era obvio era incrementar el número de empresas dando el valor máximo a

efectividad de la educación al valor de 1.3 para una menor dependencia de la estabilidad poblacional que origina la Minera tal como lo muestra los resultados.

Initial point of search

tasa de atracción o expulsión de personas = 0.05

efectividad de la educación = 0.7

nivel de producción deseado del tajo abierto = 1.3e+006

capacidad normal de mejora = 200

Simulations = 1

Pass = 0

Payoff = 2.50309e+011

Maximum payoff found at:

tasa de atracción o expulsión de personas = 0.25

efectividad de la educación = 1.3

*nivel de producción deseado del tajo abierto = 1.40605e+006

capacidad normal de mejora = 285.932

Simulations = 181

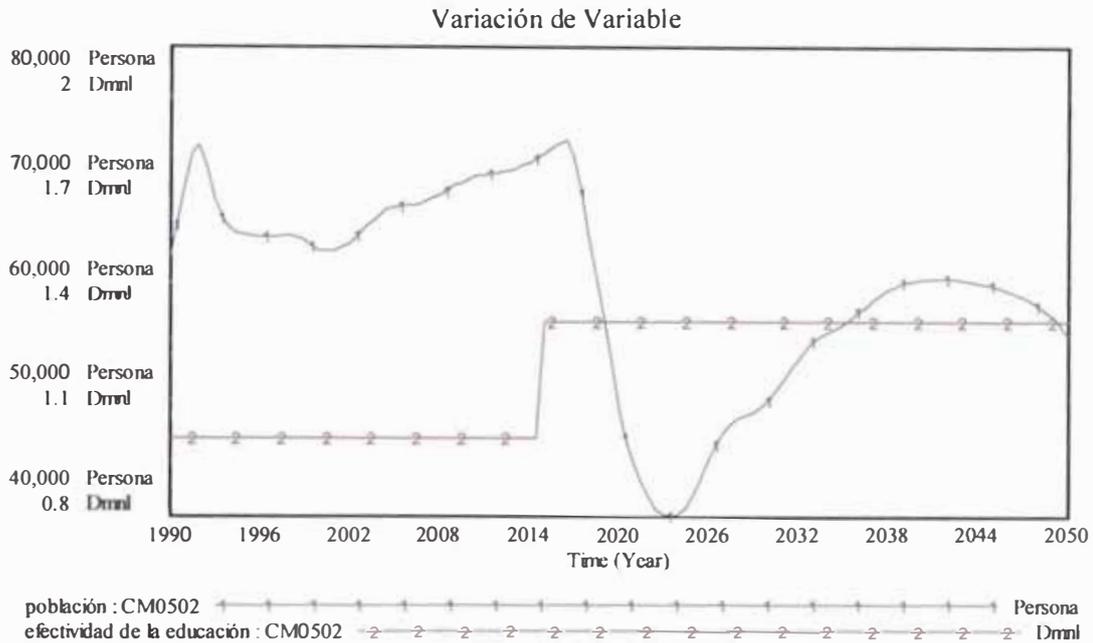
Pass = 3

Payoff = 4.75289e+011

La variable *tasa de atracción o expulsión de personas* variaría al valor 0.25. El valor de 25% de la *tasa de atracción o expulsión de personas* puede tener una interpretación de que tiene que haber una mayor tasa de dependientes en el hogar o mejor dicho que la ciudad soporte hasta una tasa de 25% de desempleo. Implica una disminución de tasa de empleo con una menor explotación del mineral o que las reservas del mineral se consuman en mayor tiempo.

Respecto a las políticas en la variable de la mina *nivel de producción deseado del tajo abierto* tendría el valor de 1406050 y la *capacidad normal de mejora* la que atañe a la producción de mina subterránea sería 285.932, estas variables de rendimiento que están propuestas en el modelo al igual que la política anterior son propias y autónomas de la Minera, ya sea por su administración y su tecnología.

Figura 151 Comportamiento con variación de variable.



Fuente Resultados del modelo con cambio de política.

Tabla 42 Resumen de Estadísticas de la Ejecución del modelo con variación de variable.

Año	1990-2004.5	2005-2019.5	2020-2034.5	2035-2050	1990-2050
población (Persona)					
DSV. ESTA.	2378.37244	4158.07294	5201.5106	1404.88585	8447.66712
MAX	71655	72068.8125	56074.3828	60321.2344	72068.8125
MIN	62106	53116.2266	40079.7188	55342.8594	40079.7188
MEDIANA	63964.7637	68585.9414	48128.8047	59323.2578	60294.168
personal directivo, empleados y sub empleados (Trabajador)					
DSV. ESTA.	779.627591	1914.97641	1708.52741	758.335643	2104.75736
MAX	18073.4141	20828.7461	16965.416	17865.6133	20828.7461
MIN	15482.1357	13327.5371	11810.1289	14519.2236	11810.1289
MEDIANA	16107.6675	19133.959	14221.0903	17561.0078	16866.6719
Casas de directivos, empleados y subempleados (Casa)					
DSV. ESTA.	883.939063	568.142532	540.390935	526.709627	1182.37767
MAX	14051.6504	15839.9219	15737.998	16347.4229	16347.4229
MIN	11000	14081.5303	14123.3955	14642.3955	11000
MEDIANA	13095.9888	14796.541	14999.9385	15629.4229	14773.3955
número de empresas (formal e informal) (Empresa)					
DSV. ESTA.	167.935342	242.349344	365.308987	153.465349	394.073934
MAX	2409.36084	2967.98096	2767.10278	2952.68164	2967.98096
MIN	1850	1964.38062	1669.20764	2275.66553	1669.20764
MEDIANA	2070.85815	2644.17432	2184.22949	2889.47998	2476.64307

Fuente Resultados del Modelo con cambio de Política.

Se realizó el cambio de variables en el modelo en el tiempo como se puede observar las variables de *efectividad de la educación* es variada después del 2014 y tiene un incremento en la población en la Tabla 42 y la Figura 151 comparado con la Figura 111.

"All models are flawed. Some are useful".

W. Edwards Deming

Capítulo IV:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.4 Conclusiones

Diferentes relatos de diagnóstico acerca de la Ciudad de Cerro tienen un discurso en común como lo de Díaz y otros(2003) refiere que es fundamental que se logre articular una campaña de alcance nacional para establecer políticas públicas y decisiones del Estado que conlleven en la construcción del futuro de Cerro de Pasco. Para resolver los pro y contras de la Minera en la Ciudad se necesita contar con la participación de la Municipalidad Provincial y Municipales Distritales, Actores Institucionales, Organizaciones, representaciones de los Gobiernos Regional y Nacional. Así también menciona las políticas públicas traducidas en un régimen de tratamiento especial que consiste en incluir decisiones de financiamiento, marcos legales, soporte del gobierno central y el apoyo internacional. Pero desde luego involucra a los actores directos de la ciudad, considerando que la magnitud de la problemática ambiental incluye a políticas de planeamiento local, regional y nacional.

De Soto(1986) acentúa el mercantilismo llevado en el Perú, la que se tiene desde las épocas de la colonia, esto en la capital del País así como de los centros de cada región. Esto ocasionó un estado de caos y ahora en una vulnerabilidad en el sistema nacional debido a no tener en claro bases sólidas en política nacional de planeación en el comercio, comunicaciones, vivienda, etc., dejando rezagos en todo el país y más aún en una Ciudad Minera, tal como muestra el comportamiento del Modelo.

En la ciudad de Cerro de Pasco la falta de una urbanización factible hace inestable la propiedad privada poblacional eje de una sana economía según De Soto(2000), lesionando y favoreciendo las fortalezas y debilidades de todos los actores de turno determinantes de la Ciudad de Cerro de Pasco, evitando la sinergia entre estos y la concatenación de las fortalezas y debilidades contradictorias de cada actor para una solución colectiva.

La Realidad Peruana, que por sus sin número de características complejas (regionales, naturales, políticas, heredadas, etc.), hace espinoso la realización de políticas hacederas, dejando toda la responsabilidad a condiciones internacionales favorables que por un imparcial manejo económico y no a las estrategias de planeamiento especializadas como en la educación, vivienda, etc. Sólo enfocando a subsistemas que representan seudo indicadores pero no determinantes dando una disparidad de fuentes de solución y reacción, estas talvez se resuelvan con el inminente traslado de la Ciudad siempre y cuando sea económicamente factible y rentable para los actores Población, Estado y Minera.

La "Complejidad de la Realidad Peruana" en esta época se torna casi imposible de solucionar la estructura educativa, geopolítica, habitacional, agropecuario,

planeamiento, etc. Esta fue resuelta en otro espacio y tiempo por un constante ensayo error de las culturas prehispánicas llegando a su madurez en el Incanato. El colapso y consecuente declinar de esta cultura hizo que no se tenga documentado su complejo modelo e instrumentos para políticas sencillas. No se necesitaba el concepto de desarrollo sustentable o desarrollo sostenible, pues sus políticas estaba fuertemente relacionados con su medio ambiente característico de cada región su sede estaba en la sierra pues era la concertación del conocimiento de la realidad geográfica de su territorio.

Ahora nuestras políticas actuales tiene que tener una gran relación y dominio con la compleja naturaleza del país, eso implica entender e interpretar la naturaleza. En el conocimiento humano la única herramienta esta en las ciencias, e ahí que esta el factor de efectividad de la educación.

En el Subsistema educación se encontró en la educación primaria, que en el modelo se encuentra en educación básica, que al ser manipulada esta es la más sensible y desequilibrante al sistema educativo, una de las razones puede ser por el gran número de alumnos que están en los 6 años de estudios y por tener mas adeptos que la educación pos primaria relacionado con la población. Lo que exige un tratamiento especial dentro del modelo, este es que al ser regulado provocó en el modelo un aumento y una disminución en el potencial pos secundaria talvez fuera de los límites de los indicadores de la fundamentacion bibliográfica.

La educación primaria, secundaria y pos secundaria visionada y enfocada por el movimiento laborar de la región según el PBI harían disminuir en un futuro inmediato costos de explotación, producción y servicios enfocado al movimiento laboral. Al alinear las carreras pos secundaria que se corresponden o que se deben

de relacionar con las políticas estrategias regionales que conlleva al manejo del movimiento laboral de la región y configurarían el PBI de la Región.

Las normativas municipales y regionales que parchen, regulen y complementen la endeble e incipiente política y normativa nacional, creando revestimientos hacia el retroceso que ocasiona las malas interpretaciones de las malas leyes nacionales. Obviamente que se relacionen los actuales negocios de la región con potenciales negocios regionales y nacionales obviamente con una cultura de contraloría y auto contraloría.

El buen uso de los services como micro y pequeñas empresas fuentes de impulso profesional, técnico e innovadora de los negocios de la región, como ahorrador de costos de negocios e inicio de buenas ideas con buenos negocios regionales y no como mala imagen de deficientes políticas laborales. Los services es un punto desequilibrante para una buena economía, al parecer parece en contra posición con la mala imagen que se le atañe actualmente.

Se encontró en algunos modelos que tenían escasas variables históricas para ser contrastadas, incluso mucho menos que la que se tuvo en el modelo propuesto. La Validación del modelo desarrollado tiene al parecer dos tiempos: en el comportamiento de cada subsistema y las variables de estas; y del sistema como un todo. Estos dos puntos de interrelación cíclica en el sistema pues un subsistema valida al siguiente y este al anterior.

El acercamiento del comportamiento del modelo a las variables reales del sistema tiende a atesorar la complejidad del comportamiento de los subsistemas esto traducido en detalles que se pasan por alto en cada subsistema. Al tener un conjunto de detalles de causas y efectos se encontró que hay veces que la

explicación de ellos queda en una respuesta dentro de la complejidad del comportamiento del sistema como un todo. En la elaboración de cada subsistema por separado tratando de asemejar los resultados a la realidad y posteriormente de acuerdo a la complejidad de cada variable se ajustaban autónomamente, en cada subsistema que se tenían por alto, según se iba avanzando en el modelo. Al momento de interrelacionar todos los subsistemas se chocó con la complejidad la que se tuvo que ajustar, teniendo que hacer caso omiso a variables no pertinentes.

4.5 Recomendaciones

La planeación y adquisición de la transferencia de conocimiento es el punto crítico para la producción intelectual estándar de acuerdo a la población de la Ciudad y así también del País. Existen métodos ya empleados y difundidos como el e-Learning. Un e-learning sustentable que maximiza su uso y minimiza precios, sobreentendiendo que ya se han sentado las bases físicas del mismo como la conexión física previa adaptados a la complejidad geográfica así como la del País es valla que se tiene que desplazar. Un e-learning bien llevado daría control, capacitación, competición y evaluación permanente. en todas las áreas del estado (profesor, alumno, profesor de profesor, transportes, comunicaciones, municipalidades, centros ocupacionales, ministerios regionales, jefes, trabajadores, sub trabajadores, desempleados, consultoria, etc.) dejando un fuerte eco en las privadas. Por suerte hay muchas personas que identifican problemas, al identificar los cuellos de botellas y superando estas con ideas teniendo como fuente los centros de difusión de conocimiento.

El e-learnig abarca a un gran subconjunto de subsistemas, captando, dinamizando y generando sostenidamente el conocimiento de ellas y entre ellas.

Se tienen que asegurar el cumplimiento de las políticas ambientales durante la explotación y más aun en el Cierre de la Minera es un punto crítico tanto para la Ciudad como de las cuencas involucradas del Mantaro y del Huallaga.

La realización del modelo en si tiene un gran número de variables y estos a sus vez a un gran numero de interpretaciones y también aun gran numero de evaluaciones y pruebas del modelo. El modelo puede arrojar que se optimice un gran número de variables, estas en su mayoría no guarda directa relación con la inversión

económica, la que en su verdadera ejecución en la práctica se realizaría un número de artificios para impactar en el modelo y más aun en la realidad con los recursos existentes, estos artificios se traducen en la realidad en proyectos de inversión estatal que incentiven y creen factibilidad a la auto inversión estatal e inversión privada.

4.6 Trabajos Futuros

La explotación de datos obtenidos por la Dinámica de Sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

- [Albin(1992)] Stephanic Albin; Building System Dynamic Model, Part 1 Conceptualization; US Massachusetts; MIT System Dynamics in Education Project; June 30 1997; 35 páginas.
- [Anónimo(2000)] Anónimo; Cerro de Pasco; 2000.
- [Anónimo (2004)] Anónimo; Art Schweizer: an interview with thw 2004 SME President; Mining Engineering March 2004; 56, 3 ProQuest Science Journal.
- [Aracil(1977)] Javier Aracil; Introducción a la Dinámica de Sistemas; Alianza Editorial; Sevilla España.
- [Assadourian y otros(1980)] C. Sempat Assadourian, Heraclito Bonilla, Antonio Mitre, Tristan Platt; Minería y Espacio Económico en los Andes Siglos XVI - XX; Instituto de Estudios Peruanos; IEP Ediciones Perú Lima Noviembre 1980.
- [Aste y otros(2003)] Juan Aste, Jose De Echave y Manuel Glave; Procesos Multi-Actores para la congestión de Impactos Mineros en Perú Informe Final; Grupo ECO, Cooperación y GRADE respectivamente con los autores; 2003.
- [Aurelio(2004)] Marcos Aurelio Rodriguez; Artificial Intelligent and Dynamic Systems Modelling; Sheffield, UK; Sheffield Hallan University, email M.Rodrigues@shu.ac.uk.
- [Bello y Mailman(2004)] Paul Bello y Mitch Mailman; Application of Dynamic Systems Theory to Effect Based Operation y Adversarial Modelling March 22, 2004: NY USA; Air Force Research Laboratory Information Directorate, Modelling and Simulation Branch: email Paul.Bello@af.mil mailmm@rpi.mil.
- [Bharath y Drosen(1994)] Ramachandra Bharath James Drosen; Neural Network Computing; En Windcrest McGraw Hill.
- [Blanco y otros(2002)] Diapositiva Resultados del proyecto MMSD; Minería y Desarrollo Sustentable en Chile; Equipo: Hemán Blanco, Gustavo Lagos (PUC),

Valeria Torres y Beatriz Bustos; CIPMA Antofagasta, 25 Marzo 2002 Santiago, 27 Marzo 2002.

- [Branchard y otros(2000)] Paul Branchard, Roberto L De Vney Glem R H; Ecuaciones Diferenciales.
- [Carhuaricra y Quispe(2003)] Eduardo Carhuaricra Meza, Andrés Quispe Martínez; Proceso de Privatización de Centromin Perú S.A. "Informes de Evaluación e Investigación del Congreso de la Republica 2002-2003"; Labor Centro de Cultura Popular; Cerro de Pasco.
- [Carhuaricra y Velásquez(2005)] Eduardo Carhuaricra Meza, Jaime Velásquez Rodríguez; Flor de Tajo Abierto, Impacto de la Minería en la Salud Pública de los Andes Centrales del Perú; Fondo Editorial del Congreso del Perú; Lima 2005.
- [Carhuaricra(1996)] Eduardo Carhuaricra Meza; Pasco Realidad de Acero Posibilidad de Oro; Cerro de Pasco Noviembre de 1996.
- [Carhuaricra(2005)] Eduardo Carhuaricra Meza; Regalía Minera, Testimonio de Gestión Parlamentaria; Lima Mayo del 2005.
- [CENTROMIN(1996)] Empresa Minera del Centro del Perú; Programa de Adecuación y Manejo Mediambiental; Gerencia de Operaciones, Unidad de Producción Cerro de Pasco; Cerro de Pasco Agosto de 1996.
- [Checkland(1994)] Peter Checkland; La Metodología de Sistemas Suaves en Acción; 1994 Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores; Balderas 95 C.P 06040, Mexico, D.F.
- [Clark(2002)] Brett Clark; USA University of Oregon The Indigeous Environmental; Organization & Environmental; Dec 2002 15,4 pg 410ABI/INFORM Global.
- [Codner(2003)] Shelly Codner; Using Compost on Contaminated Mineland Site; BioCycle, Apr 2003:44 4 ; ABI/INFORM Global.
- [CONAM(2005)] Consejo Nacional del Medio Ambiente Peru; Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire, A Limpiar el Aire Ciudad de Cerro de Pasco; Cerro de Pasco 2005.
- [Cooke(2003)] David L. Cooke; A System Dynamic Analisis of the Westray Mine Disaster; CANADA 2001 Operation Managment School of Business, University of Calagary, 2500 University Drive NW, Calgary, Alberta, Canada T2N 1N4;

email dlcooje@ucalgary.ca.; USA Dynamic System Review Vol 19 No 2
Received June 2001 Accepted January Summer 2003:139-166.

- [Cope(2004)] Luis W. Cope; Greenland: A Potencial Trove of Minerals; Mining Engineering; Oct 2004; 56, 10; ProQuest Journals. Pg 12.
- [Dammert y Carhuaricra(1999)] Manuel Dammert Ego Aguirre, Eduardo Carhuaricra Meza; Minería y Crisis Socio Ambiental en la Región Central Altoandina; Asociación Civil Centro de Cultura Popular "Labor"; Cerro de Pasco.
- [De Soto(1986)] Hernando de Soto, El otro Sendero, Orbis Venture S.A.C.
- [De Soto(2000)] Hernando de Soto, El Misterio de Capital, Bantam Press Random House, 2000.
- [Deuch y otros(1977)] Karl W. Deuch, Bruno Tritsh, Helio Jaguaribe, Andrei S. Markovits; Problemas para el modelo del mundo. Ballinger Publish Company 1977. Cambridge. Massachussets.
- [Díaz y otros(2003)] Julio Díaz Palacios, Beky Berrocal Tito, Hugo Centurión Cardenas, Willian Zabarburú, Liliana Miranda Sara; Evaluación de la Situación Urbana Ambiental de la Ciudad de Cerro de Pasco; Asociación Civil Centro de Cultura Popular "Labor"; Cerro de Pasco.
- [DIGESA(2000)] Dirección General de Salud Ambiental; Evaluación de la Calidad del Aire en la Ciudad de Cerro de Pasco. Perú; Lima, Lince del 2000.
- [Ednie(2002)] Heather Ednie; Sustainable Development Toward a Social License to Operate; CIM Bulletin; Jul 2002; 95, 10063; ProQuest Science Journal pg 11.
- [EIM(2000)] Energía Industria y Medioambiente Revista Mensual; Lima Peru. Paseo de la Republica 495 Of 603.
- [Fiddman(2001)] Thomas S. Fiddman; Exploring Policy Option with a Behavioral Climate Economy Model; USA, Washington, Ventana System Inc. 8105 SE Nelson, Olalla, Washington 98539; USA Dynamic System Review Vol 18 No 2 Received December 2001 Accepted March Summer 2001: 243-267.
- [Forrester(1961)] Jay W. Forrester; Dinámica Industrial 1961; Cambridge, Masachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- [Forrester(1972)] Jay W. Forrester; Dimánica Industrial, Buenos Aires Editorial El Ateneo.

- [Forrester(1994)] Jay W. Forrester; Systems Dynamic, Systems Thinking: Cambridge USA; Managment Massachusets Institute of Technology, En Systems Dynamic Review.
- [Hernandez y otros(2000)] Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio; Metodología de la investigación; Segunda edición; México DF; 2000; 501 páginas.
- [Howe(2002)] Richard L. Howe; Thesis The Fall of Xerox at the Turn of the Millennium A System Dynamic Approach; Master of Science in Engineering and Management; USA Massachusetts; Massachusetts Institute of Technology, System Design and Management Program;2002 ;179 páginas.
- [HPS(2002)] High Performance Systems Inc; Technical Documentation for the ithink & Stella Software; www.hps-inc.com.
- [IIED(2001)] International Institute for Environment and Development and Word Business Council for Sustainable Development; Abriendo Brecha, Minería, Minerales y Desarrollo Sustentable.
- [INEI(2001)] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Oficina Departamental de Estadística e Informática Pasco; Compendio Estadístico Departamental 2000-2001; Cerro de Pasco 2001.
- [INEI(2002)] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Oficina Departamental de Estadística e Informática Pasco; Almanaque de Pasco 2001-2002; Cerro de Pasco 2002.
- [INEI(2003)] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Oficina Departamental de Estadística e Informática Pasco; Almanaque de Pasco 2003; Cerro de Pasco 2003.
- [INEI(2004)] Instituto Nacional de Estadística e Informática; Compendio Estadístico 2004 Perú; Lima 2004.
- [INEI(2005a)] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Oficina Departamental de Estadística e Informática Pasco; Compendio Estadístico Departamental 2003-2004; Cerro de Pasco 2005.
- [INEI(2005b)] Instituto Nacional de Estadística e Informática; Sistema de Recuperación de Datos Censos Nacional X de Población y V de Vivienda 2005; Lima.
- [Jensen y Brehmer(2003)] Eva Jensen, Bemdt Brehmer; Understanding and Control of a Simple Dynamic System; Sweden Departament of Behavioural and

Legal Sciences. Örebro University, S-701, Örebro; email
eva.jensen@bsr.oru.se; USA Dynamic System Review Vol 19 No 2 Received
October 2001 Accepted January Summer 2003: 119-137.

- [Johannesburg y Pittsburg(2002)] Brisbane Johannesburg y Perth Pittsburg ; Innovative Solution for Mining and Metallurgical Process Companies to Protect your Future; Sustainable Technologies.
- [Jun y Glad()] Lennart Jun Torkel Glad PTR Prentice may Englewood Cliffs, New Jersey.
- [Kral(2004)] Steve Kral; Sustainable Development Keys SME Annual Meeting, Mining Engineering; Jun 2004; 56,6 ProQuest Science Journal. Jun 2004.
- [Kruijt y Vellinga(1988)] Drik Kruijt, Memmo Vellinga; El Cerro y el Proletariado Minero Metalúrgico; Talleres Gráficos de la Comunidad Minera CENTROMIN Perú, Lima Mayo 1988.
- [LABOR(1998)] Centro de Cultura Popular "Labor"; Compilación de Escritos; Cerro de Pasco.
- [LABOR(2004)] Centro de Cultura Popular "Labor"; Problemática y Recuperación "Patarcocha", Proyecto Ciudad Habitable; Cerro de Pasco Noviembre 2004.
- [López(2005)] Amanda López Gamarra; Regionalización y Pobreza en Pasco; Municipalidad Distrital de Yanacancha, Editorial San Marcos Lima 2005.
- [Luna y Lines(2003)] Luis Felipe Luna Reyes y Debrah Lines Andersen; Collecting and analyzing qualitative data for system dynamic: methods and models; Systems Dynamic Review; Winter 2003; 19,4. Pág 271.
- [Mark y otros(2003)] L. Mark, Monique G.Dubé, Joshep M Culp, Deborah L. MacLatchy y Kelly R. Munkittrick; A Proposed Framework for Investigation of Cause for Environmental Effect Monitoring EEM; Human and Ecological Risk Assessment; Feb 2003; 9,1 Academic Research Library.
- [Martínez y Requena(1986a)] Silvio Martínez y Alberto Requena; Dinámica de Sistemas 1 Simulación por el ordenador; Primera edición; España Madrid; Alianza Editorial; 1986; 185 paginas.
- [Martínez y Requena(1986b)] Silvio Martínez y Alberto Requena; Dinámica de Sistemas 2 Modelos; Primera edición; España Madrid; Alianza Editorial; 1986; 295 paginas.

- [Mayo y otros(2001)] Donna D. Mayo, Martin J. Callaghan and Willian J. Dalton; Aiming for restructuring success at London Underground; USA, PA Consulting Group, One Memorial Drive, Cambridge, MA 02142; UK London Underground Ltd., 55 Broadway, London SW1H OBD; USA Dynamic System Review Vol 17 No 3 Received July 2001 Accepted May Fall 2001: 261-289.
- [McBeth(2004)] John McBeth; Digging up Trouble (Australia's uranium mine); Far Eastern Economic Review; Jun 17 2004; 167; 24 ABI/INFORM Global.
- [McLeod(2002)] Ghislaine McLeod; The Importance of Involving Aboriginal Neighbours; Canadian Journal; Jun/Jul 2002; 123, 4 ; ABI/INFORM.
- [Meech y otros(2003)] J. A. Meech, M. Scob y W Wilson; CERM3 (The Center for Environmental Research in Minerals, Metals and Materials) and Its Contribution to Providing Sustainable Research for the Mining Industry; CIM Bulletin; Jan 2003; 96; 1067; ProQuest Science Journal.
- [MEM(2000)] Video del ciclo de vida de la Explotación Minera; Perú Ministerio de Energía y Minas.
- [MEM(2004a)] Ministerio de Energía y Minas de la Republica del Perú; Minería Energía, Compendio Digital; Edición Mayo 2004.
- [MEM(2004b)] Ministerio de Energía y Minas de la Republica del Perú; Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros; 2004 DGAA-MEM.
- [MEM(2004c)] Ministerio de Energía y Minas Instituto de Ingenieros de Minas del Perú; Características de La Industria Minera; Diapositivas de la exposición en 2004.
- [Méndez(1995)] Carlos E. Méndez A.; Metodología; Segunda Edición; Santa fe, Colombia; McGRAW-HILL; 1995; 170 paginas.
- [Mendez(1998)] Celedonio Mendez Valdivia; Tesis La Educación en el Perú: Un Modelo Dinámico; Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú 1998.
- [Mergen(2003)] Bernard Mergen; Children and Nature: Environmental History; Oct 2003; 8; 4 Academic Research Library pg 643.
- [Mészáros y otros(1996)] Tamás Mészáros, Gyula Román; Qualitative Models of Physical Systems; Budapest, Hungary; Technical University of Budapest Department of Measurement and Instrumentation Engineering; email meszaros.roman@mmt.bme.hu.
- [MINEC(2003)] Minera Interandina de Consultores S.R.L.; Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Expansión Concentradora Paragsha de 8500 a 9500;

Unidad Económica Administrativa Cerro de Pasco Volcan Compañía Minera; 2003.

- [Morales y otros(2005)] Ossana Morales López, Katherine Del Pilar Peláez Cavero, Jimena Patricia Sologuren Arias, Giovanni Carlos Valz Osorio; Modelo de desarrollo sustentable para zonas rurales del Perú; CENTRUM PUCP; Lima Perú.
- [Morecroft y Sterman(2000)] John D. W Morecroft, Jhon Sterman; Modeling for Learning Organizations; First paperback edition; US New York; Edwards Brothers, 2000.
- [Moxnes(2000)] Erling Moxnes; Not Only the Tragedy of the commons USA; Jay Wright Forrester Prize Lecture.
- [Naiberg(2004)] Diana Naiberg; Mining Causes of Cancer; Canada OH \$ S Canada Apr/May miner Health pg 24, ABI/INFORM Global.
- [Newbold(2001)] Jane Newbold; Social Consequences of Mining and Present Day Solution Region II in Chile Highlighted; Sustainable Development Received 15 May 2001, Revised 3 September 2001, Accepted 22 November 2001.
- [O'Reilly(2004)] Carolina O'Reilly; Reversing the Past: Mining Legislation and Social Economic Development; Magazine of the South Africa Institution of Civil Engineering, Aug 2004: 12, 8, Academic Research Library.
- [Osorio(2003)] Víctor Osorio; Cerro de Pasco y La Provincia de Pasco en Emergencia Ambiental Municipalidad provincial de Cerro de Pasco; Regidor de la Honorable Municipalidad Provincial de Cerro de Pasco; Seminario internacional "Procesos de concertación y desarrollo local en zonas mineras" Perú, Lima 17 y 18 de noviembre de 2003.
- [Peck y Sinding(2003)] Philip Peck y Knud Sinding; Environmental and Social Disclosure and Data Richness in the Mining Industry; Business Strategy and the Environment May/Jun 2003; 13, 2 ABI/FORM Global pg 131.
- [PGU(2005)] Programa de gestión urbana PGU-ALC Coordinación Regional para América Latina y El Caribe: archivo de Internet disponible en <http://www.pgualc.org> (accesado en enero de 2005).
- [Piattelli y otros(2001)] Mauro L. Piattelli, Marta A. Cuneo, Nicola P. Bianchi, Giuseppe Soncin; The Control of Good Transportation Growth by Modal Share Re-planing: The Role of a Carbon Tax; Italy National Research Council (NRC), Ship Automation Institute (IAN), Via de Marini 6, 16149 Genova; email

piattelli@ian.ge.cnr.it; USA Dynamic System Review Vol 18 No 1 Received June 1999 Accepted October 2001, published in Spring 2002: 47-69.

- [Pizán(1996) Lupe Nérida Pizán, Toscano; Tesis Modelo de Simulación de Atención al Paciente en el Área de Emergencia de un Hospital; Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Peru 1996.
- [Powell(2000)] Bob Powell; Systems Thinking and Fundamental Sources of Conflict; Continuos Improvement Associates Colorado Springs US.
- [Powell(2002)] Bob Powell; Systems Thinking Leadership; Continuos Improvement Associates Colorado Springs US.
- [Powell(2003a)] Bob Powell; Systems Thinking & Problem Solving; Continuos Improvement Associates Colorado Springs US.
- [Powell(2003b)] Bob Powell; Learning as an Integration Concept for a Successful Company Strategy; Continuos Improvement Associates Colorado Springs US.
- [Powell(2004)] Bob Powell; Proposal on Projected Workforce Shortage Examining Colorado Spring Strategy using Systems Thinking; Continuos Improvement Associates Colorado Springs US.
- [Randers(2000)] Jorgen Randers; From Limits to Growth to Sustainable development or SD (sustainable development) in a SD (systems dynamic) perspective; Norwegian School of Management , Oslo Communication to Abbedisringen 6, N-0280 Oslo, Norway; email jorgen.randers@bi.no; USA Dynamic System Review Vol. 16 No 3 Received September 2000 Accepted September 2000, published in Fall 2000: 213-224.
- [Reed(2002)] Darryl Reed; Resource Extraction Industries in Developing Countries; Journal of Business Ethics; Sep 2002;39, ABC/INFORM Global.
- [Rodríguez(2001)] Ricardo Rodríguez Ulloa; La Metodología de Sistemas Blandos (MSB): (Diapositivas de clase) Fundamentos y Experiencias en Latinoamérica; Instituto Andino de Sistemas – IAS Lima – Perú 2001.
- [Schieritz y Milling(2003)] Nadine Schieritz y Peter M. Milling; Modeling the Forest or Modeling the Trees, A Comparison of System Dynamic and Agent Based Simulation; Mannheim, Germany 2003: Mannheim University Industrieseminar, Schloss email. Respectivamente nadines@is.bwl.uni-mannheim.de pmilling@is.bwl.unimannheim.de.

- [Stave(2002)] Krystyna A.Stave; Using System Dynamic to improve public participation in environmental decisions; USA Dynamic System Review Vol. 15 No 2 Received October 2001 Accepted March Summer 2002: 139 – 167.
- [Sterman y Sweeney(2002)] John D. Sterman y Booth Sweeney; Assessing Public Understanding of Global Warning; USA MIT Sloan of Management, 30 Wadsworth Street E53-351, Cambridge, MA02142, USA; email jsterman@mit.edu; USA Dynamic System Review Vol 18 No 2 Received October 2001 Accepted January Summer 2002: 207-204.
- [Sterman(1981)] Jhon David Sterman; Thesis The Energy Transition and Economy: A System Dynamic Approach; Massachusetts Institute of Technology, 1981.
- [Thorp(2000)] Rosemary Thorp; Progreso, Pobreza y Exclusión; Banco Interamericano de Desarrollo 1300 New York Ave N.W. Washington D.C. 20577 www.ladb.org.
- [Udachi y otros(2003)] V. Udachi, B. J. Willianson, B. Spiro, W. Dubbin, S.Brooks, B. Coste, R.J. Herrington and I. Mikhailova; Assessment of Environmental Impacts of Active Smelter Operations and Abandoned mines in Karabash, ural Mountain of Russian ;Sustainable Development , Institute of Mineralogy, Russian Academy of Sciences Miass, Rusian, The Natural History Museun London UK, NERC Isotope Geosciences Laboratory, Keyworth UK, brgm Oléans France, Institute of Plant and Animal Ecology, Ekaterinburg Russia; published online 12 june in Wiley InterScience.
- [UICN(1999)] Unión Mundial para la Naturaleza, Comisión de Educación y Comunicación; Ambiente y Desarrollo Sostenido, Herramientas de Capacitación; Cuenca Ecuador.
- [UNDAC y ADEC(2000)] Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ADEC - ATC; El Problema del Agua en Pasco; Peru Diciembre del 2000.
- [Valderrama(2002)] Santiago Valderrama Mendoza; Pasos para Elaborar Proyectos y Tesis de Investigación Científica; Primera edición; Perú; Editorial San Marcos; 2002; 309 paginas.
- [Ventana(2003)] Vensim 5 Modeling Guide; Ventana Systems; Inc. January 25 2003.
- [Villavicencio(1999)] Pedro Villavicencio Guardia; Tesis Modelo Dinámico para el Sistema Universitario; Universidad Nacional de Ingeniería Lima Peru 1999.

- [VOLCAN(2002)] Volcan Compañía Minera; Resultados del Año Fiscal de 1999.
- [VOLCAN(2005)] Volcan Compañía Minera; Memoria Anual 2004; Marzo del 2005.