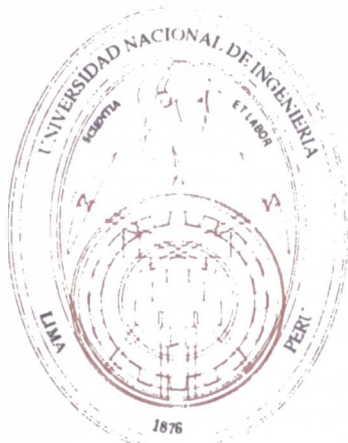


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**MICROZONIFICACION PARA LA
PREVENCION Y MITIGACION DE
DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAUJA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

JAIME MARTIN ARTEAGA LIMACHI

**LIMA - PERU
1996**

Sumario

Las grandes devastaciones que afectan la economía de los países situados en regiones de gran sismicidad ponen de manifiesto la necesidad de tomar medidas para reducir las pérdidas de vidas humanas y bienes materiales durante los sismos catastróficos. Muchas regiones urbanizadas e industrializadas situadas en sectores de gran sismicidad se han desarrollado sin tomar en consideración los efectos de posibles sismos. El mejor modo de determinar la protección adecuada contra los sismos consistiría en establecer criterios técnicos y que sean económicamente justificables.

A efectos de Planificación Regional y de Urbanismo, así como de concepción de estructuras antisísmicas; la determinación de zonas y microzonas sísmicas, es un buen modo de llegar a establecer criterios uniformes sobre los riesgos sísmicos.

Además de ello, los grupos humanos no solo están sujetos a riesgos potenciales originados por la actividad sísmica, sino también por la actividad geodinámica natural y por otros fenómenos inducidos, otras veces la acción humana indirectamente origina desequilibrios geológicos e hidrológicos que ponen en acción los procesos geodinámicos. Precisamente los procedimientos que conducen a la determinación de estos riesgos, como consecuencia de la evaluación de los fenómenos geodinámicos y los de acción del hombre, y el establecimiento de zonas con riesgo calificado y con propiedades físicas de respuesta ante determinados fenómenos es a lo que se llama MICROZONIFICACION, en sentido amplio. De acuerdo a lo anterior se establece en este trabajo un esquema generalizado de los diferentes fenómenos geodinámicos y otros inducidos que deben ser estudiados de acuerdo a ciertos parámetros.

Los parámetros empleados en el estudio de Microzonificación de la ciudad de JAUJA, son de dos tipos: de carácter regional y de carácter local. Los primeros están regidos por la Sismicidad, el Peligro Sísmico, las Fallas tectónicas, la neotectónica y los de carácter local por las características del subsuelo, nivel freático, la vulnerabilidad, el periodo del suelo, entre otros. El desarrollo de lo descrito anteriormente nos permitirá determinar las microzonas para el uso de la tierra, con fines de PLANIFICACION URBANA, el que sería complementada con el monitoreo de los fenómenos a fin de introducir las modificaciones necesarias y determinar el mayor ó menor riesgo potencial del área microzonificada.

Existen por tanto dos riesgos mayores que deben ser analizados en todos los procesos de Microzonificación: los de la geodinámica externa y los riesgos de la geodinámica interna, en el

que agrupan cada uno, diversos fenómenos ó procesos que origina daños en el área en estudio, y que varían de intensidad dependiendo no sólo de la fuerza del fenómeno sino del grado de preparación del grupo humano ó población para afrontarlo ya sea minimizándolo ó aún eliminando el efecto del mismo. Esta última premisa se sustenta en la teoría de que solo la población y sus organizaciones jugaran un papel clave en la mitigación si es que se va a reducir la vulnerabilidad y evitar con ello mayores desastres en el futuro.

Por tanto, para que la mitigación sea efectiva debe convertirse en una actividad inmersa en el desarrollo, que permita a la mayoría de la población, el acceso a condiciones de vida y actividades económicas seguras y estables. Bajo este enfoque, aumentar los ingresos, generar trabajo, redistribuir la tierra y mejorar la salud y la educación, se convierten en actividades de mitigación tan validas como construir edificaciones sismo-resistentes, defensas ribereñas y reforzar viviendas entre otras medidas. Más aún, si se enfrenta el problema del Desarrollo Económico-Social de manera integral, incluyendo a la mitigación de desastres, la conservación del medio ambiente, conseguiremos no sólo disminuir significativamente las pérdidas económicas, consecuencia de los desastres sino también el irreversible deterioro del Medio Ambiente.

El presente proyecto de investigación, se centra en los problemas físico-naturales de la ciudad de Jauja, dentro de una metodología destinada a dar lineamientos para un Planeamiento Urbano posterior. Este planeamiento debiera ser propio de una ciudad caracterizada de ser altamente propensa a sufrir desastres por efectos de fenómenos naturales. Por este motivo, dentro de los tres aspectos (físico, económico y social) en los que se sostiene el Plan de desarrollo de una ciudad, el aspecto físico es el tema central de esta investigación. A continuación se explicara brevemente el contenido de cada uno de los nueve capítulos de que esta compuesta la tesis:

En el **capítulo 1** se presenta los alcances objetivos y metodología del proyecto ejecutado, así como la definición del estudio de Microzonificación y su aplicación. Seguidamente se revisa los aspectos generales de la ciudad (ubicación, reseña histórica, estado de la Zona Monumental) así como los antecedentes de desastres.

En el punto que trata sobre la situación socio-economica de la zona de estudio este se realiza a nivel micro(local) y macro(regional), con el objeto de documentar el propósito de esta tesis con fines de descentralización y traslado eventual de ser posible de la capital de la República en vista de su posición geográfica y su acceso a fuentes de recursos naturales que reforzarian este sustento. Finalmente se realiza un diagnostico del estado actual del área urbana, en aspectos referidos a su patrón de asentamiento, el uso actual de los suelos, las características generales de las viviendas, los servicios vitales que ofrece (agua, alcantarillado,energía) y el estado de la infraestructura vial y de transporte, en el cual se incentiva la culminación de la carretera Jauja-Ricrán-Monobamba-San Ramon y conectar la

Sierra con la Selva central.

En el capítulo 2 se analiza el aspecto geológico con el objeto de conocer el marco tectónico regional y local para identificar, localizar y caracterizar las fallas activas como fuentes de actividad sísmica fundamentalmente en lo referido al terremoto potencial máximo esperado o probable de cada uno de ellas. En este capítulo se toma en cuenta la evolución geodinámica de los Andes desde el Oligoceno hasta la actualidad (Cuaternario) para entender los grandes rasgos morfoestructurales presentes en la Cadena Andina. Dentro de este estudio también nos ubicamos en el Plioceno y el Cuaternario (6 M.A.) para entender la actividad sismotectónica actual (Neotectónica) pues la sismicidad actual está ligada genéticamente a las deformaciones más recientes. Así también se realiza un breve análisis de las fallas del Huaytapallana activada en 1969; y también se presenta el nuevo dispositivo estratigráfico de la cuenca de Huancayo cambiando la denominación por la de Grupo Jauja (antes Formación Jauja) basado en los estudios de Jean Luc Blanc y que se argumenta en las discordancias, la pedogenesis y la diferencia de fases encontradas.

En la parte final se realiza una interpretación fotogeológica de la zona de estudio basado en fotos aéreas y mapas regionales a escala 1/ 25000 de la zona. Según este trabajo se determina un sistema de fallas de los cuales la falla más activa y pronunciada es la falla Chocon-Yacuran-Pza. de Armas, Aeropuerto de rumbo E-W. que cruza la ciudad totalmente como se puede observar en los planos

En el capítulo 3 de Sismicidad se realiza una recopilación de todos los trabajos efectuados a la fecha, de la zona central de los Andes por parte de diferentes autores con el objeto de estimar los índices de sismicidad Regional y Local y poder asociarlos a cada una de las fuentes de actividad sísmica.

Así también se recopila los sismos históricos y los registrados instrumentalmente, más adelante se presenta el mapa de regionalización sismotectónica señalando las intensidades máximas esperadas en la zona de estudio. Finalmente se presentan los resultados del RISK (I.G.P.) para la zona central basados en información de la Sismicidad histórica desde 1500. Por otro lado, se explica brevemente el estudio realizado por ORSTOM, el IGP y el Institute del Globe de Strasbourg (1985) con el objeto de monitorear la Sismicidad de la Cordillera Oriental y las Lomas Amazónicas junto con el área de la falla del Huaytapallana. Los resultados describen eventos superficiales que se encuentran en el flanco Occidental de la Cordillera Oriental. Estas dos concentraciones (Grupo Sacsacancha y Pampas) fallan sobre la zona de fracturas de Ricran, la cual había sido considerada inactiva hasta ahora. Asimismo es muy probable la ocurrencia de dos sismos importantes en las vecindades de la falla de Huaytapallana, que serían tan fuertes como el de 24 de Julio de 1969 que según los fenómenos precursores anunciarían. Por otro lado, según el trabajo presentado por C. Dorbath y A. Cisternas por primera vez se registra una notable y restringida sismicidad

debajo de la cordillera Occidental en la zona de fracturas de los Altos del Mantaro y que revela una actividad continua desde 1960 según los boletines del Observatorio de Huayao.

Finalmente se hace mención de un estudio microsismico realizado por Suarez et al (1980) y que según los resultados; el Altiplano aparece siendo bastante estable (asismico) pues no esta sujeta a deformaciones orogénicas tan intensas como aquella que afecto parte de la Cordillera Oriental y el conjunto del Oeste de los Subandes bajo areas de bajo relieve topográfico.

*En el **capítulo 4** se realiza estudios de Mecánica de Suelos con el objeto de conocer las distribuciones areales y verticales de los estratos de los diferentes calicatas efectuadas y recopilados ; así como la determinación de la clasificación de estos suelos, su capacidad admisible, asentamientos diferenciales, humedad del suelo subyacentes entre otros parámetros.*

Así también, se hace un breve análisis e interpretación de los resultados de campo y de laboratorio obtenidos. Seguidamente se hace un breve desarrollo de la influencia que tendria el comportamiento dinámico en las características del suelo y que se fundamenta en que muchos sismos; tanto la geología local como las condiciones del suelo; han tenido influencia en la respuesta del sitio, que asociados a defectos de estructuración, calidad de la mano de obra; determinan el grado de daños en las edificaciones.

*En el **capítulo 5** se efectúa la evaluación del riesgo por inundación al cual esta expuesto la ciudad, analizando su espontanea expansión hacia zonas inundables, al mismo tiempo que se evalúan las obras de encauzamiento existentes, ejecutadas en forma inadecuada; que incrementan su vulnerabilidad ante posibles fenómenos hidrometeorologicos, proponiendo medidas correctivas tanto estructurales como no estructurales para dar solución a los problemas actuales.*

Para tal efecto se realiza inicialmente un diagnostico del rio Yacus tanto de sus características del cauce como de su morfología. Luego se realiza estudios hidrológicos e hidráulicos; para los hidrológicos se conto con los registros de estaciones hidrométricas vecinas a la cuenca tratada (de características físicas semejantes) y obtener la magnitud y frecuencia de las descargas máximas de río que nos servira para simular las avenidas de diseños esperados en nuestra zona de estudio luego de aplicar el método Regional para diferentes períodos de retorno y para los cuales se proyectaran las obras de protección.(hidráulicos). Las avenidas de diseño se obtuvieron con la ayuda de los métodos probabilisticos. De otro lado, se evalúa las perdidas económicas ocurridas en la última riada como consecuencia del desborde del río Yacus; para el cual se conto con mapas de la lotizacion, fotos aéreas y complementada con investigación de campo. En el último punto se trata sobre las metodologías a desarrollar para prevenir y mitigar los desastres por inundación mediante la aplicación de medidas estructurales y no estructurales, siendo recomendable la última por ser menos costosa, pero

que si requiere de la colaboración de la Comunidad.

En el **capítulo 6** se realiza una visión general de la vulnerabilidad y riesgo que presenta la ciudad frente a un desastre natural. Este capítulo es una de los más importantes de la tesis y se realiza con el objeto de clasificar los distintos tipos de construcciones que integran el núcleo urbano y conocer la distribución areal de las mismas, con sus respectivos niveles de vulnerabilidad ante los peligros que pudieran presentarse. Este capítulo inicialmente apunta a ver porque el Planeamiento convencional contra desastres no esta logrando sus objetivos y discute que el análisis de la vulnerabilidad local dentro de diferentes peligros y riesgos debe ser el punto de partida para un acercamiento a una mitigación basado en la organización local en la cual el conocimiento científico y tecnológico jugarian un nuevo rol. Mas adelante se realiza un diagnostico de la situación vulnerable de la ciudad específicamente de la Zona Monumental de acuerdo a tipo de material, a la altura de edificación y el estado de las edificaciones; así como sus características más saltantes que propiciarían mayor vulnerabilidad. Para tal efecto, se ha subdividido la Zona Monumental en sectores y se eligió esta zona por encontrarse en ella las viviendas más antiguas. Posteriormente se revisa el estado y vulnerabilidad de la infraestructura de los servicios vitales y del transporte que actualmente presenta la ciudad. Por último, se realiza una estimación del riesgo de desastres en las referidas infraestructuras (vial y de servicios vitales) y en las edificaciones que pueden presentarse ante un eventual peligro.

En el **capítulo 7**, se desarrolla con la finalidad de que los recursos naturales de la cuenca del Yacus así como el río Mantaro y los alrededores de la ciudad de Jauja (incluido la Laguna de Paca) sean manejados racional y sostenidamente, esto último en vista de la fuerte degradación del suelo y contaminación ambiental que se produce en la zona de estudio.

Precisamente la información que se presenta en esta sección, cumple los fines de proporcionar conocimiento de la situación ambiental del área, así como de suministrar datos importantes de los procesos y fenómenos morfodinámicos que ahí se producen (erosivos de vertientes y degradación por escorrentía hídrica superficial así como por procesos del tipo carstico, por la solución de los carbonatos de las calizas y que se presume existan fuertes filtraciones) a efectos de determinar las zonas de mayor ó menor estabilidad y de riesgo geomorfológico.

Complementariamente se proporciona información sobre el impacto que sufre la Laguna de Paca en su entorno debido al intenso uso turístico, falta de conciencia ambiental y también carencia de control por parte de las autoridades, que estan deteriorando el Ecosistema. Algo similar, esta sucediendo en el río Mantaro por ser punto de disposición final de aguas residuales de las industrias mineras (reactivos, concentraciones, etc.) así como de las poblaciones que se encuentran en sus márgenes

Para contrarrestarlo, se plantea una estrategia para el manejo de estos recursos; de otro lado, se realiza una investigación de la cobertura y uso de la tierra con fines de desarrollar su

conservación y mejorar la vegetación mediante actividades de reforestación, procedimientos de cultivo eficaces, etc. Para ello se revisan métodos que son fruto de experiencias pasadas (pre-incas e incas) y de conversaciones con campesinos en las Comunidades, y del cual se concluye que la solución puede ser sencilla, fácil y sobretodo económica. Seguidamente se revisa los cambios físicos y agentes contaminantes que se producen en el área y poder realizar un proyecto conservacionista que podría contribuir al desarrollo de esta parte del Valle. Al final todos estos puntos revisados nos permitirán dar lineamientos para un Plan de Conservación.

El capítulo 8 resume todo lo recopilado anteriormente y lo presenta a través de mapas temáticos que nos permiten tener una mejor visualización y toma de decisiones en el proceso de planificar una determinada zona urbana ó región para la Prevención de Desastres. En nuestro estudio se realizaron 21 mapas temáticos de los cuales 7 mapas están incluidos en este capítulo y que grafican los procesos y las amenazas naturales (peligros), la identificación de los recursos naturales, los mapas de aptitud para usos del suelo y el mapa de riesgos en la Zona Monumental, siendo este último; resultado de la composición de los mapas anteriores y de los mapas de vulnerabilidad de las edificaciones que son mostradas en el capítulo de vulnerabilidad. Posteriormente se analiza la selección de las áreas de expansión escogidas y ubicándolas en orden de prioridades. Luego en los dos últimos puntos se presentan los lineamientos generales a llevarse a cabo para el ordenamiento ambiental de la Laguna de Paca y las zonas aledañas y finalmente se esbozan los planes de Prevención y Mitigación de desastres con la ubicación de las áreas críticas y de refugio temporal en la zona monumental específicamente.

En el capítulo 9 se dan las conclusiones y recomendaciones más saltantes de cada capítulo que son necesarias de tomar en cuenta, para orientar los futuros planes de Prevención en la ciudad, a fin de que estos sean prácticos y de fácil ejecución.

Es necesario mencionar que en el presente trabajo de investigación, debe analizarse más que el aspecto detallado de cada capítulo, el conjunto de ellos, que sigue una metodología destinada a la prevención con fines de mitigación y de esta forma impulsar un desarrollo planificado y seguro desde cualquier punto de vista.

Indice

Capitulo 1 GENERALIDADES

1.1.- <i>Objetivos, metodologia, definicion y alcances del proyecto</i>	
1.1.1.- <i>Objetivos del Proyecto</i>	1
1.1.2.- <i>Metodologia</i>	3
1.1.3.- <i>Definicion de Microzonificación y su aplicación</i>	5
1.1.4.- <i>Alcances</i>	5
1.2.- <i>Aspectos generales de la ciudad y antecedentes de desastres</i>	
1.2.1.- <i>Ubicación Fisico-geografica, accesos y topografia</i>	6
1.2.2.- <i>Reseña Historica de la ciudad</i>	7
1.2.3.- <i>Antecedentes de desastres</i>	8
1.3.- <i>Analisis de la situación socio-económica de la región y la ciudad de Jauja</i>	10
1.3.1.- <i>Generalidades e importancia de la Region central del País</i>	10
1.3.1.1.- <i>Prognosis de la Geopolitica interna del Perú - Introducción</i>	11
1.3.1.2.- <i>Influjos Geopolíticos</i>	11
1.3.1.3.- <i>Vulnerabilidades Geopoliticas</i>	12
a) <i>Concentracion de la Piramide Logistica en Lima y creciente vulnerabilidad de la capital</i>	12
b) <i>Decrecimiento de la accion expansiva del nucleo geohistorico hacia el interior</i>	13
c) <i>Desarticulacion del Territorio y vaciamiento del interior.....</i>	13
d) <i>Geoestrategia de ocupación territorial a largo plazo.....</i>	13
1.3.2.- <i>Caracteristicas Demograficas</i>	14
1.3.2.1.- <i>Proyeccion de Población</i>	14
1.3.3.- <i>Necesidades Basicas</i>	16
1.3.3.1.- <i>Problematica del ámbito regional</i>	16
1.3.3.2.- <i>Problematica del ámbito urbano</i>	17
1.3.4.- <i>Recursos Naturales</i>	17
1.3.4.1.- <i>Aguas termales</i>	18
1.3.4.2.- <i>Aguas minerales</i>	18
1.3.4.3.- <i>Puquios</i>	18
1.3.3.4.- <i>Lagunas</i>	18
1.3.4.5.- <i>Energia de origen vegetal y animal</i>	18
1.3.4.6.- <i>Recursos Forestales</i>	18

1.3.5.- Estructura Productiva	19
1.3.5.1.- Estructura y características del sector industrial	20
1.3.5.2.- Industria maderera	21
1.3.5.3.- Manufactura de calzado	21
1.3.5.4.- Industria Manufacturera de productos de molinería	21
1.3.5.5.- Sector Artesanal	21
1.3.5.6.- Sector Turismo	22
1.3.6.- Estructura de empleos	22
1.3.6.1.- PEA por ramas de actividad y grupos ocupacionales	22
1.3.7.- Situación actual de la vivienda	24
1.3.7.1.- Oferta de vivienda	24
1.3.7.2.- Demanda de vivienda	25
1.4.- Estado actual del área urbana	26
1.4.1.- Características y patrones de asentamiento	26
1.4.2.- Uso actual de los suelos	28
1.4.2.1.- Uso Residencial	29
1.4.2.2.- Uso Comercial-residencial	30
1.4.2.3.- Uso Cívico-comercial	31
1.4.2.4.- Uso Institucional	31
1.4.2.5.- Uso Recreacional	32
1.4.2.6.- Uso Industrial	32
1.4.2.7.- Uso de Transportes y Comunicaciones	32
1.4.2.8.- Uso Especial	33
1.4.3.- Características de las viviendas	33
1.4.3.1.- Materiales de construcción de las viviendas	35
a) Material de la región	35
b) Material noble	36
1.4.4.- Servicios vitales que se ofrecen en la ciudad de JAUJA	37
1.4.4.1.- Oferta del sistema de agua potable	37
1.4.4.2.- Demanda del sistema de agua potable	38
1.4.4.3.- Oferta del sistema de alcantarillado	41
1.4.4.4.- Demanda del sistema de alcantarillado	41
a) Caudales de diseño asumidos	42
b) Tratamiento de las aguas servidas	43
c) Reuso de las aguas servidas	44
1.4.4.5.- Energía Eléctrica	44
1.4.4.6.- Saneamiento	45
1.4.5.- Infraestructura Vial y de Transporte	45
1.4.5.1.- Transporte Terrestre	47

1.4.5.2.- Transporte Aereo	48
1.4.5.3.- Transporte Fluvial	48
1.5.- Conclusiones	48
1.6.- Recomendaciones	50

Capitulo 2 GEOLOGIA

A) MARCO TECTONICO Y GEOLOGICO DEL PERU CENTRAL

2.1.- Introduccion	52
2.2.- La NEOTECTONICA, sus metodos y finalidades	53
2.3.- Distribucion geografica de la tectonica reciente y actual en extensión y compresion	54
2.4.- Deformaciones cuaternarias de la cuenca de Huancayo	54
2.5.- Zonas Morfo-estructurales del Perú central, incluidas en el area del proyecto	55

B) MARCO TECTONICO Y GEOLOGICO A NIVEL LOCAL

2.6.- Estratigrafia de la zona norte de la cuenca de Huancayo	56
2.7.- Los principales cortes del Grupo JAUJA	57
2.7.1.- Corte de CASABLANCA	57
2.7.2.- Corte de JAUJA	58
2.7.3.- Corte del CERRO USHNO	58
2.7.4.- Corte del Cerro de HUANCAS-MIRAFLORES	59
2.8.- Interpretacion Fotogeologica de la zona de estudio	60
2.8.1.- Interpretacion efectuada en la zona de JAUJA	60
2.9.- Conclusiones	62
2.10.- Recomendaciones	64

Capitulo 3 SISMICIDAD

A) SISMICIDAD REGIONAL

3.1.- Introducción	66
3.2.- Marco Estructural Sismico	67
3.3.- Aspectos preliminares de la sismicidad del valle del Mantaro	68
3.4.- Historia sismica de Jauja	69
3.5.- Sismicidad Regional	70
3.5.1.- Sismicidad Historica	70
3.5.2.- Sismicidad Instrumental	71
3.6.- Sismotectonica Regional	72
3.7.- Datos Estadisticos	73

3.7.1.- Aceleraciones e intensidades del area de estudio	73
--	----

B) SISMICIDAD LOCAL

3.8.- Sismicidad del valle del Mantaro y la falla del Huaytapallana	76
3.8.1.- Sismicidad histórica e instrumental antes de 1969 en el Huaytapallana.....	76
3.8.2.-Sismicidad desde 1969 al presente.....	77
3.9.- La falla del Huaytapallana	78
3.10.- La zona de fracturas de los Altos del Mantaro	79
3.11.- Sismicidad y estilo de deformación tectónica de los Andes Peruanos	79
3.12.- Conclusiones	80
3.13.- Recomendaciones	82

Capitulo 4 MECANICA DE SUELOS

4.1.- Introduccion	84
4.2.- Investigacion bibliografica y de estudios preliminares	85
4.3.- Objetivo del estudio de suelos	86
4.4.- Investigacion de campo y de laboratorio	87
4.5.- Analisis del perfil estratigrafico	88
4.6.- Analisis de resistencia y estabilidad estática del suelo	89
4.6.1.- Pruebas de resistencia en el laboratorio	89
4.6.2.- Capacidad portante del área de expansión	89
4.7.- Tipos de estructuras	90
4.8.- Pruebas de compresibilidad	93
4.9.- Comportamiento dinámico del suelo e influencia en sus características	95
4.9.1.- Movimiento sísmico en terreno aluvial	95
4.9.2.- Intensidad del movimiento sísmico	95
4.10.- Conclusiones	96
4.11.- Recomendaciones	98

Capitulo 5 HIDROMETEOROLOGIA

5.1.- Introduccion	100
5.2.- Ubicación geografica y características de la subcuenca.....	101
5.3.- Efectos del uso de las llanuras de inundación.....	102
5.4.- Definición de inundaciones y avenidas	102
5.5.- Cauce del río - características del cauce del río Yacus.....	103
5.5.1.- Morfología del río Yacus	104
5.6.- Planicies de inundacion	106

5.7.- Estudios hidrologicos e hidraulicos	108
5.8.- Analisis Regional	110
5.9.- Caracteristicas fisicas de una cuenca	111
5.10.- Analisis de la vulnerabilidad por inundaciones en el rio Yacus	113
5.10.1.- Estimación de los daños provocados por las inundaciones y fallas constructivas	113
5.11.- Metodologias para prevenir y mitigar el desastre por inundación	115
5.11.1.- Medidas estructurales	116
5.11.1.1.- Prevision de riadas	116
5.11.1.2.- Regulación de torrentes y ríos	117
a) Obras moderadoras	117
b) Obras en el alveo	119
5.11.1.3.- Elección de los medios de encauzamiento de los rios	121
5.12.- Conclusiones	121
5.13.- Recomendaciones	124

Capitulo 6 VULNERABILIDAD

6.1.- Introduccion	127
6.2.- Definiciones	128
6.3.- Un nuevo enfoque al Planeamiento para la Mitigación de Desastres	129
6.4.- Vulnerabilidad de las edificaciones frente a un desastre natural en la ciudad	129
6.5.- Distribucion de la vulnerabilidad en las edificaciones de la Zona Monumental	132
6.5.1.- Edificaciones de adobe	133
6.5.2.- Edificaciones de tapial	133
6.5.3.- Edificaciones de albañileria	134
6.5.4.- Edificaciones de concreto armado	134
6.6.- Sectorizacion de la Zona Monumental	134
6.6.1.- Por el tipo de material	134
6.6.2.- Por la altura de viviendas	135
6.6.3.- Por el estado de las edificaciones	136
6.7.- Metodo empleado en el trabajo de campo	137
6.7.1.- Reconocimiento de campo	137
6.7.2.- Intensidad esperada	137
6.7.3.- Tratamiento de la información	138
6.8.- Defectos en la técnica constructiva de las edificaciones.....	138
6.8.1.- Edificaciones de adobe y tapial	139
6.8.2.- Edificaciones de ladrillo y concreto	141
6.9.- Estado y vulnerabilidad de la infraestructura de los servicios vitales	142

6.10.- Estado y vulnerabilidad de la infraestructura vial y del transporte	146
6.10.1.- Vias de transporte	146
6.10.2.- Aeropuertos	147
6.10.3.- Ferrocarriles	147
6.11.- Estimacion del riesgo de desastre en la Infraestructura vial, servicios vitales y de edificaciones	147
6.12.- Conclusiones	150
6.13.- Recomendaciones	152

Capitulo 7 PROCESOS DE DEGRADACION DEL SUELO Y CONTAMINACION AMBIENTAL

7.1.- Introducción	155
--------------------------	-----

A) DEGRADACION DEL SUELO

7.2.- Geomorfologia	156
7.3.- Rasgos Lito-estratigraficos y estructurales	156
7.4.- Unidades geomorfológicas principales	157
7.5.- Procesos y fenómenos morfodinamicos	159
7.6.- Litologia	160
7.7.- La formación de carcavas y medidas de control	161
7.7.1.- Control de carcavas	161
a) Practicas conservacionistas a nivel de laderas	161
b) Practicas a nivel de carcavas	162

B) CONTAMINACION AMBIENTAL

7.8.- Introducción	162
7.9.- Hidrologia superficial	163
7.9.1.- Características hidrologicas de la Laguna	163
7.9.1.1.- Cuenca de la Laguna de Paca	163
7.9.1.2.- Calidad del agua de la Laguna	163
7.9.2.- El río Mantaro	164
7.9.3.- Estrategia para el manejo de estos recursos	165
7.10.- Cobertura y uso de la tierra	166
7.10.1.- Agricultura y otros usos	166
7.10.1.1.- El secreto de los cercos	167
7.10.1.2.- Andenes, cercos y reforestacion	168
7.10.1.3.- Riego, drenaje y camellones	168
7.10.1.3.- Materia organica y fertilizantes	169

7.10.1.4.- Cultivos asociados y rotaciones	169
7.10.2.- Pautas para un programa de reforestación	170
7.10.2.1.- Tierras aptas para cultivo en limpio (A)	171
7.10.2.2.- Tierras para pastos (P)	171
7.10.2.3.- Tierras aptas para producción forestal (F)	171
7.10.2.4.- Tierras de Protección (X)	171
7.11.- Factores que están cambiando el hábitat de la Laguna	172
7.11.1.- Cambios físicos del hábitat	172
7.11.2.- Contaminación del hábitat	173
7.12.- Conclusiones	174
7.13.- Recomendaciones	176

Capítulo 8 LA PLANIFICACION , AREAS DE EXPANSION, LINEAMIENTOS DE DESARROLLO Y PLANES DE PREVENCION DE DESASTRES

8.1.- La Planificación ambiental	178
8.1.1.- El medio ambiente redefinido	178
8.1.2.- Metodología para la obtención de los mapas de aptitud	180
8.1.2.1.- El mapa base	180
8.1.2.2.- La información existente	180
8.1.2.3.- El área de estudio	181
8.1.2.4.- La selección de los parámetros	181
a) La pendiente	181
b) Las formaciones superficiales	182
c) Los procesos y las amenazas naturales	182
c.1) Amenaza sísmica	183
c.2) Amenaza por inundaciones	183
c.3) Amenaza por deslizamiento y erosión	184
8.1.2.5.- Identificación de los recursos naturales	184
8.1.2.6.- Mapas de aptitud para usos del suelo	185
8.1.2.7.- Mapas de Microzonificación y plan de emergencia	187
8.2.- Análisis y elección de las áreas de expansión	188
8.2.1.- Tendencias de crecimiento o expansión	188
8.2.2.- Áreas en expansión	189
8.2.2.1.- Áreas de expansión espontánea	189
8.2.2.2.- Áreas de expansión propuesta ó planificada	189
8.2.3.- Requerimientos de área urbana	190
8.2.4.- Selección de las áreas	192

Capítulo 3

- 1) Sismos históricos*
- 2) Sismicidad instrumental*
- 3) Sismos registrados en la zona de estudio según el Catálogo Sísmico para América del Sur (SISRA)*
- 4) Mapa de isosistas de sismos ocurridos en el área de estudio*

Capítulo 4

- 1) Registro de sondajes*
- 2) Ensayos de laboratorio*

Capítulo 5

- 1) Análisis Regional*
- 2) Cálculo de la máxima avenida en el río Yacus*
- 3) Plano del área de inundación y de ubicación de las defensas*

Capítulo 6

- 1) Medidas para reparación de las edificaciones de adobe y ladrillo.*
- 2) Fichas de vulnerabilidad sísmica para las edificaciones:*
 - a) Edificaciones de adobe*
 - b) Edificaciones de albañilería*
 - c) Edificaciones de concreto armado*

FOTOGRAFÍAS

Capítulo 5 Fotos del cauce del río Yacus y de las viviendas edificadas en su área de inundación

RECORTES PERIODÍSTICOS

PLANOS:

- A) PLANO TOPOGRÁFICO DE LA CIUDAD**
- B) PLANO DE INUNDACIONES Y UBICACIÓN DE DEFENSAS**

Capítulo 1

GENERALIDADES

1.1.- OBJETIVOS, METODOLOGIA, DEFINICION Y ALCANCES DEL PROYECTO

1.1.1- Objetivos del Proyecto

Este estudio fue planificado y esta siendo implementado con dos objetivos principales que son:

Primero, incluir medidas de mitigación en el proceso de desarrollo económico y social usando la microzonificación como herramienta clave; y segundo educar a la población para que pueda hacer frente de la mejor manera posible a los desastres que amenazan a su comunidad.

La microzonificación, es un estudio que consiste en estudiar de manera pluridisciplinaria en un área de interés tomando en consideración todos los fenómenos naturales que pueden ocurrir en ella, como: inundaciones, deslizamientos, avalanchas, fallas del suelo, etc.

La ciudad de Jauja fue escogida para el presente estudio debido a que se espera que crezca de una manera muy rápida en los próximos años, que motivaría además una gran migración del campo a la ciudad, con los grandes problemas que esto acarrea consigo. Luego de seleccionar el área, y de estudiar los desastres que allí se producen para cada peligro

potencial, se prepara un mapa de amenazas por subzonas y su grado de peligro. La superposición de estos mapas permite obtener un mapa de origen compuesto, donde el área de estudio, queda dividida en sectores de diferente peligro, siendo este el mapa de microzonificación de peligro de desastre. Este mapa es esencial en el esfuerzo de reducir las pérdidas humanas y materiales; por ejemplo en un planeamiento urbano, los sectores más seguros son destinados para los componentes urbanos más importantes, como áreas residenciales de alta densidad, núcleos educativos, etc., mientras que los sectores que ofrecen mayor peligro son usados para recreación abierta, parques, avenidas amplias, paseos y otros usos apropiados.

De acuerdo a lo anterior se establece en este trabajo estudios de:

GEOLOGIA ;SISMOLOGIA ;MECANICA DE SUELOS ;HIDRAULICA; con el objeto de prevenir y/o mitigar inundaciones. Para esta parte se utilizaron programas de computo como el HEC-1 y el DAMBREAK para el diseño de la avenida de inundación de acuerdo a diferentes períodos de retorno; la **VULNERABILIDAD;** con el objeto de clasificar los distintos tipos de construcciones que integran un núcleo urbano y conocer la distribución areal de las mismas, y la **ECOLOGIA** con la finalidad de que los recursos de la cuenca sean manejados racional y auto-sostenidamente.

La combinación de los resultados obtenidos en los puntos 1,2,3,4 permite conocer detalladamente la distribución del peligro en cada una de las zonas estudiadas; factor fundamental para realizar una planificación del uso del suelo.

El agregado de los resultados obtenidos en el punto 5 han permitido conocer, en los núcleos urbanos, la distribución del riesgo sísmico para las diferentes alternativas de terremotos destructivos, lo que constituye la base de una planificación de la emergencia y de la reconstrucción. Finalmente el punto 6 nos permitirá determinar los lineamientos para un Plan de ordenamiento ambiental en esta parte del valle, basados en un breve diagnóstico que analiza los sistemas productivos del pasado y presente para finalmente plantear alternativas ó sugerencias que permitan obtener una mayor producción agrícola y ganadera así como proteger las zonas altas y laderas del valle de la erosión.

El desarrollo de lo descrito anteriormente, nos permitirá determinar las microzonas para el uso de la tierra, con fines de Planificación Urbana, el que sería complementada con el monitoreo de los fenómenos para determinar el mayor ó menor riesgo potencial del área microzonificada.

En suma; este trabajo a la vez que intenta buscar una herramienta para el planeamiento físico adecuado de la ciudad, también busca elevar el nivel Socio-económico de la población a través de proyectos, sugerencias y alternativas de solución que se podrían ejecutar ó se están realizando dentro de la región como son el turismo ecológico, el desarrollo de la industrialización ligera, el mejoramiento de la productividad agrícola y ganadera entre otros. Finalmente debemos recordar que tanto la ciudad de Jauja, como la de Concepción y Huancayo forman parte del valle del Mantaro, que actualmente se considera la despensa de Lima y eventual sede de una nueva capitalidad con fines de Descentralización, que en el

proximo siglo XXI formarían parte de un núcleo de cohesión del País sobre el Eje LIMA-JAUJA- ATALAYA- LA ESPERANZA, que vendrá a convertirse en el eje geopolítico de integración en el Trapecio constituido por el Mantaro-Pachitea-Ucayali y Tambo, Sierra y Selva Central (corazón geográfico del País) mediante la creación de un sistema de polos. Por ello, es necesario realizar estudios complementarios al presente trabajo en la zona de estudio y la puesta en marcha de las conclusiones que podrían servir de modelo para las otras ciudades comprendidas dentro del Valle del Mantaro.

1.1.2.- Metodología

Para el presente estudio se ha empleado la metodología denominada "Método Peruano Simplificado de Microzonificación", desarrollada principalmente por el Ing. Julio Kuroiwa H. y sus colaboradores de la Universidad Nacional de Ingeniería, a partir de los estudios de Microzonificación que hizo una misión Japonesa en la ciudad de Chimbote después del terremoto de 1970, estudios en los cuales participó el Ing. Julio Kuroiwa como contraparte peruana.

Para realizar estudios de Microzonificación de un área considerada, en primer lugar se identifican los fenómenos que puedan ocurrir en ella a través de información histórica y estudios geológicos preliminares. Luego, se estudia cada fenómeno, cuyos resultados se representan mediante el respectivo mapa de amenazas (mapa de procesos). La suma de dichos mapas que incluyen los fenómenos considerados, permiten confeccionar el plano de microzonificación, donde el área estudiada es dividida en sectores de diferente peligro. Este documento es muy valioso para el planificador urbano, quien recibe de manera resumida, clara y sencilla, los datos del área de interés, del estudio multidisciplinario que estudia los desastres naturales (Kuroiwa, 1990). La principal ventaja del plano de microzonificación es que puede ser entendido por cualquier persona sin necesidad de ser un especialista en la materia que se está tratando.

Los pasos que se han seguido en el presente estudio son los siguientes:

a) Identificación y estudio de los fenómenos naturales que más han afectado o puedan afectar la ciudad. Lo anterior se realiza mediante la investigación de todos los antecedentes históricos de desastres, este estudio requiere de la revisión de una amplia bibliografía, la que se debe obtener de diversas fuentes, como bibliotecas, tanto públicas como privadas; entrevistas con personas de la zona de estudio, con profesionales del lugar, etc.

En el caso de la ciudad de Jauja los principales desastres que pueden afectar la ciudad que se han identificado son: sismos, inundaciones y deslizamientos.

b) Se define la demanda de vivienda en la ciudad de Jauja para los próximos años, tomando

en cuenta la orientación socio-económica de la demanda, sobre todo los factores por los cuales la ciudad ha crecido en forma tan rápida últimamente y los factores que la pueden seguir haciendo crecer en forma rápida (migración del campo a la ciudad por causa de desastres naturales, mejor nivel económico, etc.), en base a esto y con el análisis de los indicadores demográficos se determinan las áreas de expansión urbanas necesarias.

Para obtener todo esto se realizó un estudio de la información estadística disponible del Concejo Provincial de Jauja, INEI, INADUR, la Subregión de Junin, etc.

c) El paso siguiente es el estudio de las condiciones físicas locales y la relación que tienen con los fenómenos que afectan a la ciudad, con lo cual podremos hacer el mapa de microzonificación física de la ciudad actual y los alrededores, que podrán servir de potenciales áreas de expansión; este punto constituye la médula del estudio pues de él depende no solo la determinación de las áreas de expansión urbana sino que además se estudiarán y propondrán lineamientos de solución para los problemas físicos de la ciudad actual. Esta parte del trabajo requiere de la recopilación de todos los estudios hidrológicos, meteorológicos, geotécnicos, geológicos, de mecánica de suelos, topográficos, etc. así como llevar a cabo numerosas visitas al campo, además de realizar estudios propios de campo en varias de estas especialidades. Toda esta información debe ser procesada y dispuesta en la forma de mapas, tablas o gráficas que permitan su fácil estudio y aplicación.

d) Luego se estudia la situación actual de las edificaciones y de la infraestructura urbana, de servicios y de emergencia desde el punto de vista de la vulnerabilidad, con lo cual se podrá determinar a qué grado de riesgo están expuestas en el momento del estudio. Esta información se obtiene de todas las fuentes disponibles en la ciudad, pero como al momento de realizar esta parte del estudio, la oficina de Planificación del Concejo Provincial recién se encontraba en proceso de implementación, la principal fuente ha sido la información recolectada y elaborada por el autor durante el transcurso de las visitas de campo. Así también se contempla la situación en que se encuentra el manejo de los recursos naturales y del medio ambiente que en la zona de estudio se presentan. (Laguna de Paca y el río Mantaro)

e) Como siguiente paso se estudian las probables áreas de expansión urbana y se determinan cuáles son las mejores y sus limitaciones; tomando en cuenta la microzonificación física, uso de suelos, capacidad de proporcionarle los servicios básicos, la seguridad, su accesibilidad, aspectos legales, económicos y sociales entre otros puntos.

f) Por último, se extraen conclusiones y recomendaciones útiles para el planificador urbano y para posteriores estudios. Por ejemplo, los sectores más seguros son asignados a los componentes urbanos más importantes como las áreas residenciales de alta densidad, para el desarrollo de las actividades económicas de las cuales vive la comunidad, etc. Los sectores más peligrosos no son aptos para el desarrollo urbano y debe dárseles un uso adecuado.

En el cuadro N° 1 se presenta el diagrama de flujo llevado a cabo para cumplir la metodología de la Microzonificación para la Prevención de Desastres.

1.1.3.- Definición de Microzonificación y su aplicación

Los estudios de Microzonación ó Microzonificación, tienen por objeto delimitar las zonas con diferentes comportamiento geodinamico dentro de una ciudad ó una región concreta considerando las condiciones locales de los suelos de cimentación. Pretenden por tanto, conocer con detalle la respuesta que un área determinada puede ofrecer a una perturbación sísmica. Para conseguirlo es necesario analizar la sismicidad de la zona y sus características geológicas y topograficas, así como las propiedades geotécnicas y dinámicas de los suelos. La microzonación es por tanto una técnica compleja y pluridisciplinaria que exige la colaboración de geofisicos, ingenieros civiles, sismologos y geologos. Como resultado, estos trabajos en si mismos ó vinculados a la microzonación general de riesgos naturales, proporcionan un criterio fundamental para la planificación urbana y la ubicación de obras civiles criticas: grandes presas, centrales nucleares, etc.

Como se sabe el proceso de planificación urbana de una ciudad importante es complicado y de alto costo, y en la mayoría de los casos no es posible realizarlo inmediatamente despues que se han concluido los estudios de microzonificación. Por esta razón la estrategia utilizada para ciudades importantes ha consistido en dar lineamientos generales para la planificación urbana y algunas recomendaciones para que los estudios de microzonificación beneficien a los pobladores en el menor plazo posible(KUROIWA, 1990).

1.1.4.- Alcances

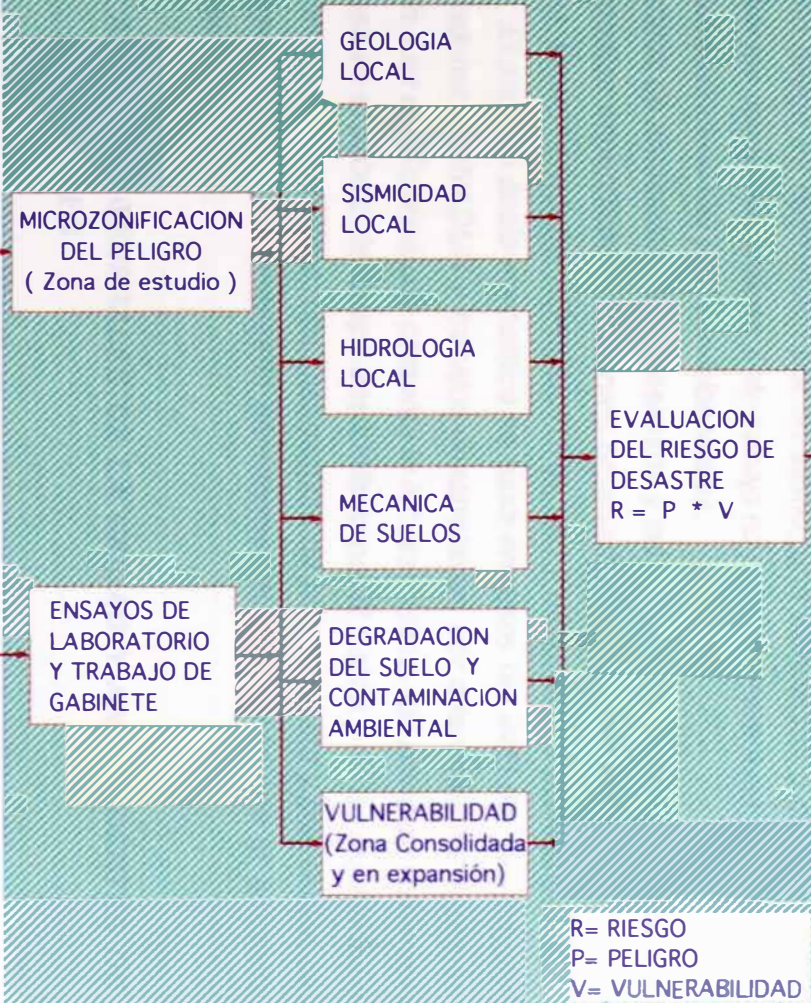
El proyecto se centrara basicamente en el estudio de la ciudad de JAUJA y zonas aledañas que sean aparentes para expansion urbana. Para alcanzar los objetivos propuestos anteriormente, se tuvieron que salvar muchos obstaculos en la etapa de recopilación de datos; debido a la falta de información precisa (a veces inexistente) en cada uno de los aspectos tratados. La información que se tiene en la ciudad, esta más enfocada a la agricultura. La infraestructura en cuanto a información técnica es deficiente, por lo que se tuvo que realizar trabajos de inspección de campo en la parte relacionada con la vulnerabilidad de las edificaciones y la mecanica de suelos específicamente.

La presente tesis está basada en las características representativas más saltantes de la zona, y desarrolla la metodología de la microzonificación, en mayor porcentaje desde el punto de vista objetivo, pues recopila toda la información existente actualmente sobre la zona de estudio realizada por diferentes autores tanto nacionales como extranjeros, asi como una paciente labor de investigación en los laboratorios de mecanica de suelos de la UNI y el

ETAPA 1



ETAPA 2



ETAPA 3

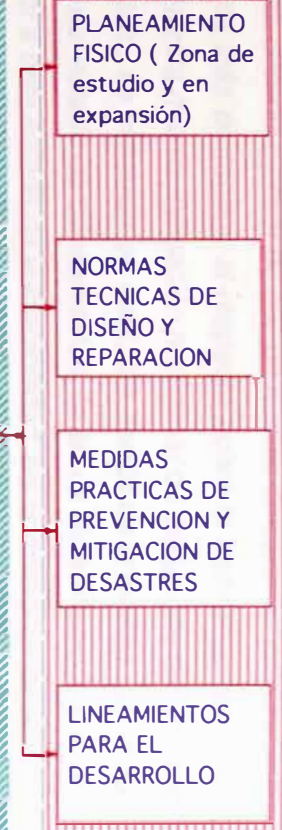


FIGURA Nº 1 METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE MICROZONIFICACION

CISMID. Siendo a pesar de ello un trabajo de caracter preliminar que deja pautas para seguir estudios más profundos al respecto sobre la base trazada en la presente tesis. Aparte de realizar esta microzonificación preliminar de peligro de desastre; debido al trabajo de campo ejecutado, se ubicaron en esta, las zonas de diferente vulnerabilidad frente a desastres a causa del estado de conservación, la altura de edificación y estructuración que presenta. Al agregar a este estado de vulnerabilidad, las condiciones de amenaza; se estimaron las zonas de alto riesgo de destrucción por un sismo, una inundación o deslizamientos; además de resaltar los casos más criticos. Este trabajo no solo se refiere a las edificaciones, sino también a la infraestructura vial y de servicios vitales.

Los datos de antecedentes de desastres y las condiciones naturales de la ciudad, se basan en trabajos específicos de diversos organismos (INRENA, INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU, MINISTERIO DE AGRICULTURA, etc) y entrevistas a profesionales y habitantes del lugar. El aspecto socio-economico se basa en datos del INEI de Huancayo y Lima, planos reguladores de INADUR y trabajos desarrollados por diferentes instituciones dentro de la region. Las condiciones que presenta la infraestructura, asi como su vulnerabilidad y riesgo, se basa en el trabajo de campo desarrollado por el tesista y de los resultados del analisis de las condiciones naturales. Los lineamientos de planeamiento y prevención se basan en los resultados de todo lo analizado anteriormente, que conto con la asesoria de diversos profesionales.

1.2.- ASPECTOS GENERALES DE LA CIUDAD Y ANTECEDENTES DE DESASTRES

1.2.1.- Ubicación Fisico-Geografica, accesos y topografía

La Ciudad de Jauja esta conformada por los distritos de Jauja, Yauyos y Sausa, que al conurbarse han conformado la capital de la Provincia de Jauja, en el Departamento de Junin. Esta ubicada en la margen izquierda del río Mantaro y a 46 kms. de la ciudad de Huancayo, capital del departamento. La posición geográfica de la ciudad de Jauja es de 11°46'27" de Latitud Sur y 75°29'39" de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich teniendo como referencia la Torre de la Catedral de la ciudad.

La ciudad esta flanqueada por los ríos Yacus y Mantaro, bordeando el primero su lado Este y el segundo su lado Sur.

El clima frío y seco, presenta bruscas variaciones en el día, con temperaturas que oscilan entre los 29°C como la máxima y 4°C la mínima.

Con relación a los accesos, Jauja tiene al Oeste la vía férrea y la vía asfaltada que llegan de Lima; al Sur-Este un ramal de la carretera central que viene de Huancayo; al Norte la vía carrozable que viene de Tarma y otras de relativa importancia que la unen a sus distritos vecinos y que ejercen importante influencia derivadas de sus relaciones Socio-economicas.

Tiene además un campo de aterrizaje que es utilizado esporádicamente para servicios particulares y de entidades oficiales.

El área que ocupa la ciudad de JAUJA se caracteriza por ser irregular, con pronunciados desniveles en su sección transversal y longitudinal.

Las pendientes transversales varían de 12,5% a 1,6% y las longitudinales de 2,7% a 1,0%.

La topografía del terreno permite orientar su desarrollo hacia áreas planas que se encuentran al Sur y Sur-Este de la ciudad, cuyas pendientes oscilan entre 0° y 4° de inclinación. Por el contrario, hacia el Oeste la topografía es más accidentada por la presencia de una cadena de cerros. La ciudad se ubica altimétricamente en la cota de 3476 m.s.n.m.(metros sobre el nivel del mar).(1)

1.2.2.- Reseña histórica de la ciudad

Según vestigios encontrados en SAN JUAN PATA (cerca al barrio "La Samaritana"), se ha podido comprobar la existencia de asentamientos en la zona desde 4000 A.C. según datos suministrados por el Centro de Estudios Histórico-Sociales "Julio Espejo Nuñez"; y se fueron desarrollando en esta zona diversas culturas.

Los Xauxas, que se asentaron en el espacio que hoy ocupa Sausa (Tambo del Camino de los Incas), fueron los pobladores que encontraron los españoles a su llegada al Valle (Ver figura 2). En este sitio se eligió la primera capital del Perú, Santa Fe de Xauxa sitio que fué cambiado posteriormente al espacio central de la actual ciudad y por último trasladada la Capital a Lima.

Fundada el 25 de Abril de 1534, el sello de su fundación hispánica quedó plasmado en el Trazado Urbano de la parte antigua de la ciudad, la cual está conformada por una Plaza principal en la que estaban el Cabildo y la Iglesia Matriz, rodeada por manzanas cuadradas todas de la misma extensión, dispuestas en forma de damero.

El título de ciudad, se le otorga a JAUJA el 06 de Abril de 1822 y el de Provincia el 16 de Noviembre de 1864. Antes de 1972 el proceso de conurbación entre los centros poblados de JAUJA, YAUYOS y SAUSA, no había alcanzado el nivel de desarrollo actualmente alcanzado, debido a que según los datos censales de esa época, el crecimiento del Área Urbana fué mucho menor que el crecimiento poblacional. Actualmente se da la integración de los tres centros poblados, conformándose así el Área Urbana actualmente en estudio. Hasta mediados del siglo XIX, Jauja era el centro poblado predominante en el valle. Es a raíz del nombramiento de Huancayo como capital de Provincia en 1864 que pierde su rol protagónico a nivel Regional. Como ya se anotó, en el presente siglo Jauja ha ido perdiendo influencia en el Valle del Mantaro y ha tomado segundo lugar, pasando a ser parte del área de influencia de la ciudad de Huancayo. La conformación geográfica de la Provincia, hace que Jauja esté rodeada por el lado Norte, Este y Oeste por cerros que conforman un remanso en la parte Norte del Valle, esto y la función de Jauja como centro de servicios y acopio e intercambio de la

producción de los distritos de la provincia y por su ubicación, adyacente a la vía de integración regional, nos permite delimitar su actual radio de influencia. Así la ciudad desempeña el rol principal de apoyo a su estructura productiva, siendo además el principal centro de servicios.

1.2.3.- Antecedentes de desastres

Historicamente Jauja ha sido afectada en pocas oportunidades por desastres de considerable magnitud. Son muy pocos ó no existen registros sobre desastres de gran importancia como son: temblores de tierra, desbordamientos, derrumbes, inundaciones ó lluvias torrenciales. Hay que tener presente que estos ultimos fenómenos naturales poseen una cierta recurrencia, constatandose que se realizan en una cierta forma ciclica; pero en cambio los terremotos ocurren en forma no recurrente.

En JAUJA, se han producido pocos sismos y con una intensidad maxima de VII MM y minima de IV MM, estando no por ello excenta de cualquier catastrofe de este tipo y de mayor magnitud que los registrados. El más fuerte de ellos se registro el 1° de Noviembre de 1947 a las 14:58:53 horas que segun E. Silgado (ESF - CERESIS- INGEMMET) tuvo una intensidad de VII MM para esta zona (distancia epicentral de 71 kms. e hipocentral de 125 kms.) Este sismo afecto a una vasta region de la Zona Central situada en la vertiente Oriental de la Cordillera. Por sus efectos se le estimo una intensidad entre VIII y IX M.M. y que fue percibida en una área de 4000 km². aproximadamente.

La destruccion se extendio a los pueblos de Satipo , Andamarca, Acobamba y Comas. y dejo un saldo de mas de 200 muertos.

Más al Norte, las poblaciones de Jauja y Cerro de Pasco sufrieron numerosos desperfectos en las construcciones de adobe principalmente (caidas de tejas y de muros muy antiguos). En JAUJA la edificacion más afectada fue la Iglesia Matriz, específicamente las torres de la Iglesia; y que en el correr del tiempo, afronto refacciones consecutivas, por los efectos destructivos de movimientos sismicos y aún de terremotos como el señalado anteriormente. Hay que señalar que este templo, ubicado en la Plaza principal de la Ciudad, fue uno de los primeros templos levantados por los Conquistadores en el Perú.(1534). Otro movimiento sismico que afecto a la ciudad fue el terremoto del 1° de Noviembre de 1945 y que cuarteo seriamente la Torre de las campanas (torre izquierda), pero que fue magnificamente reforzada, como se observa al presente.

En JAUJA, también se han producido inundaciones en épocas de lluvias estacionales; derivadas del desbordamiento del rio Yacus principalmente y la no menos importantes provenientes de la Quebrada de Yacuran cuyo riachuelo atraviesa la Ciudad (ver plano) y que ultimamente (1993-1994) produjo inundaciones en la parte baja de la ciudad a consecuencia de que los canales de evacuacion de las aguas pluviales (YAUYOS, YACURAN) se encontraban colmatadas con sedimentos y material de arrastre de las lluvias

de años anteriores.

*El río Yacus es un río temporal: que se alimenta de las aguas de los ríos Hualá, Molinos y Masma; cuyas aguas se han desbordado ocasionando daños en sus riberas, especialmente en el distrito de Huertas, Pancan y Jauja. Relatos históricos escritos, cuentan de la severidad de este fenómeno, pero sin basarse en aspectos técnicos; pues los historiadores y comentaristas propios de la época, han hecho generalmente mayor énfasis en el aspecto religioso, sosteniendo que estos ventos ocurrían por mandato divino como por ejemplo se puede ver en el siguiente relato extraído del artículo "La Iglesia Matriz de Jauja y el culto de la Virgen del Rosario" del libro **JAUJA** escrito por el historiador Clodoaldo Espinoza Bravo:(4)*

El culto de esta virgen Patrona de las Armas reales de España y de Indias; por Cedula del 1º de Mayo de 1643, comenzó a florecer en Lima en 1544, al ser venerada su imagen en el Templo de Santo Domingo. Y en Jauja comenzó su florecimiento posiblemente por el mismo año. O sea cuando la efigie de la Virgen tuvo que quedarse en la Ciudad, ante el clamor de la población. Pues, se dice que la efigie obsequiada por el Emperador a los Padres de Santo Domingo del Cuzco, era conducida por centenares de indios; por el camino del Inca, de la Ciudad de los Reyes a la ciudad imperial, cuando al hacer pascana en Jauja, se desencadenó una horrenda tempestad de granizo, con rayos y relámpagos, que duró más de 24 horas, inundando la ciudad de Jauja, la Laguna de Paca y el Yacuran, este acontecer hidrometeorológico fue interpretado por la feligresía como una expresión del anhelo de la Virgen, de quedarse en Jauja y no pasara al Cuzco. La tradición religiosa sostiene que al reanudarse la marcha pesaba tanto la efigie, que no podían movilizar la imagen, afirmando más este hecho la interpretación dada por los feligreses.

Finalmente, a las exigencias del Pueblo se tuvo que acceder, razón por la cual la Virgen "Mamalanchic Rosario" quedó en Jauja, salvando a la ciudad de una inminente destrucción, ya que el Yacus temporal, también había aumentado de volumen.....

Otro relato cuenta:

....."La devoción no declinó a lo largo de la Independencia y la República. En estas etapas florecieron milagros. Así se cuenta que el Libertador Bolívar su devoto, salvo milagrosamente, de una caída fatal, de su caballo; que la Virgen salvo a la Iglesia del terremoto del 23 de Febrero de 1807".....

Por otro lado, recopilando información arqueológica, hemos podido encontrar que según datos históricos de la región, se sostiene que durante el Horizonte Medio (600 DC-1000 DC) al finalizar la época, se dio en esta parte de los Andes un movimiento favorable para movimientos migratorios, debido entre otras causas a fenómenos naturales (diluvios y excesivas lluvias) que obligaron a radicarse en las partes altas (Wankas, Uchpas, Tunanmarca) pues estas arrasaron las quebradas andinas destruyendo a su paso pueblos y cultivos (Rostorowski, 1988) ubicadas en el piso del valle, motivo por el cual los Xauxas cambiaron sus patrones de vida

Como se ve, es relativamente escasa la documentación encontrada sobre desastres ocurridos en la ciudad de Jauja, siendo más vulnerable a fenómenos hidrometeorológicos y sísmicos. Es necesario por ello, realizar estudios de mayor profundidad y detalle, tales como la revisión de los documentos históricos de la zona, en particular los archivos de la Iglesia Matriz de Jauja así como del Convento de Ocopa; a fin de documentar mejor estos antecedentes de desastres.

1.3.- ANALISIS DE LA SITUACION SOCIO-ECONOMICA DE LA REGION EN LA CIUDAD DE JAUJA

1.3.1.- Generalidades e Importancia de la región central del País.

Las ciudades de Jauja, Concepción y Huancayo, concentran como capitales provinciales (y departamental la última de ellas) las actividades político-administrativas, comerciales, industriales y de servicios, para la micro-región, apreciándose aún entre ellas un notable desequilibrio, respecto a la ciudad de Huancayo la que capitaliza en mayor grado dichas actividades. Además de la concentración poblacional y de las actividades económicas y como consecuencia de los mismos, las actividades de servicios y las facilidades de infraestructura, se constata el fuerte predominio del centro poblado de Huancayo en la estructura micro-regional.

La actividad económica principal dentro del Valle, sigue siendo la agricultura y el comercio; las actividades secundarias (transformación) se desarrollan fundamentalmente a nivel artesanal; los flujos económicos reflejan la fuerte dependencia del campo respecto a la ciudad y de la región respecto al centro metropolitano nacional.(Lima)

A nivel de microregión, el rol de núcleo polarizador de las inversiones la sigue correspondiendo, con fuerza creciente, a la ciudad de Huancayo, donde se concentra el 70% de las industrias, la que absorbe un 17% de la población ocupada. A pesar de lo recomendado, las escasas inversiones industriales y financieras se han orientado preferentemente a la ciudad de Huancayo, así como el desarrollo relativo de las actividades comerciales en Jauja no han sido apoyadas por industria ligera ni por agroindustria alguna, como se recomendó en dicho Plan Director; y Concepción, a su tipología de tipo extractivo y agropecuario, pero sin mayor desarrollo comercial o de servicios.

La ciudad de Jauja como capital Provincial, constituye el Centro Económico y Administrativo en la parte norte del Valle del Mantaro. Su influencia abarca por el Nor-Este hasta el Valle de Yanamarca y por el Sur hasta los distritos de Sincos y Matahuasi. La gravitación Comercial de Jauja en las áreas rurales aledañas que comprende 33 pueblos de diversos tamaños se articula sobretodo en las ferias semanales (miercoles y domingos) a las cuales acude la población rural cercana. Es interesante resaltar que gran proporción de los feriantes está constituida por campesinos que venden directamente su producción a los habitantes de

JAUJA. Como se ve, la función principal del centro poblado de Jauja es brindar servicios y apoyar el desarrollo de la actividad productiva de su área de influencia y que la coloque en un lugar que ha determinado una de las características geopolíticas más saltantes del país. La ausencia de un verdadero núcleo de cohesión que pueda constituirse en eje o sistema de dominio en el principal centro de servicios y comercialización y sede del sistema financiero de su área de influencia.

Como se puede constatar aún persiste la fuerte dependencia de la región respecto al Centro Metropolitano Nacional (Centralismo) que debe ser revertida en los próximos años y poder articular el espacio en forma eficiente que permita un desarrollo seguro y en armonía con la naturaleza del Valle. Esto último se fundamenta en principios geopolíticos y que a continuación se efectuara un breve diagnóstico al respecto a fin de sentar las bases de un nuevo ordenamiento que permita una mayor integración en la región central del País.

1.3.1.1.- Prognosis de la Geopolítica Interna del Perú- Introducción

La Geopolítica es la ciencia de las relaciones del espacio con los procesos políticos.

Adopta un punto de vista privativo del espacio físico, sin ser este factor dominante, con la finalidad de lograr un sistema de eficiencia que facilite un desarrollo armónico y fortalezca la seguridad, aprovechando las ventajas que el ofrece y disminuyendo al mínimo sus vulnerabilidades.

Este concepto surge ante la necesidad de romper el Centralismo agobiante de Lima Metropolitana y de articular el espacio como pre-requisito de la Integración Nacional. Por ello, el influjo geopolítico no puede seguir siendo ignorado en el País, es más, legislar contra el sería continuar la obra de debilitar el país.

El Perú, ha ido ocupando desarticuladamente su vasto y complejo territorio lo que ha determinado una de las características geopolíticas más saltantes del País; la ausencia de un verdadero núcleo de cohesión que pueda constituirse en eje o sistema de dominio y de articulación espacial. Resulta por ello fundamental para nuestro País, diseñar una geoestrategia que optimice la ocupación territorial, analizando los influjos geopolíticos, las vulnerabilidades geopolíticas y sus proyecciones internas concretadas en una geoestrategia de ocupación territorial a largo plazo.(5)

1.3.1.2.- Influjos Geopolíticos

La forma del Perú, alargada y recortada en sus contornos no favorece la Integración Nacional, el desarrollo equilibrado, ni la evolución del pueblo en condiciones más uniformes, si se tiene presente la ubicación excéntrica de Lima y la acción separatriz de la Cordillera que anulan la función que todo Núcleo Geopolítico principal debe ejercer sobre la periferia.

En el País existe la distorsión del acentuado desarrollo costero con tendencia a agravarse,

pues en las ultimas decadas; la Costa constituye más del 70% de la Economía Nacional y cerca del 50% de la población de la República.

Para contrarrestar este desequilibrio debe favorecerse un "modelo de desarrollo hacia el interior" y no seguir indiferentes a nuestro destino de Pais Continental, cuyo mandato nos viene de la historia. Para su corrección debemos recuperar el Ande y desarrollar el potencial "nucleo de cohesion", el cual se ubica sobre la linea media de la Sierra y la Selva Central, denominado eje geopolitico de integracion "LIMA - LA MERCED - ATALAYA - PUERTO ESPERANZA" y cuya habilitación debe ser base de toda estrategia de desarrollo hacia adentro.

Complementariamente a lo anterior la Selva se constituiria en el reservorio mas importante de la ampliacion de la frontera agrícola del País. Pues la capacidad de uso que ofrecen las tierras de la Amazonia, muestran que ahi si existe y subsiste la mayores posibilidades para alimentar y dar ocupacion a la población peruana del proximo siglo, siempre y cuando se utilice la tecnología adecuada y los proyectos económica y ecologicamente viables y prudentes.(5)

1.3.1.3.- Vulnerabilidades Geopolíticas

Existen hechos de caracter geopolitico que afectan negativamente al desarrollo integral y equilibrado del pais, con tendencia a incrementar al futuro. Los principales son :

a) Concentracion de la "Piramide Logistica" en Lima y creciente Vulnerabilidad de la Capital.

Los principales elementos que contribuyen al poder de una Nacion se pueden graficar en forma de una Piramide Logistica. El segundo escalon, despues de las Fuerzas Armadas, esta constituida por la Industria Manufacturera, que en Lima se encuentra en el 75% a 80% del total Nacional.

El tercer escalon, esta conformado por las Industrias de extracción; de procesamiento basico y las de servicio. Las primeras se encuentran en buena proporcion fuera de Lima: asi tenemos la Oroya (Minero), Chimbote (Metalurgico-Pesquero), Talara (Petrolero), y Chiclayo (Agricola). Las de Procesamiento estan también casi en su totalidad en Lima Metropolitana. Y las de servicios, como las de comunicaciones y transporte, la Banca y Finanzas, alcanzan el 90% de concentracion en la Capital.

Por tanto Lima centra el 75% de la estructura económica de la Piramide. (en la Base de la Piramide se encuentra la Poblacion y la Tierra). En lo que recursos humanos se refiere ,Lima constituye la cuarta parte de la base de la Piramide, y se proyecta que para el año 2050 podria ser la tercera parte (16.500.000 personas). En la eventualidad de un conflicto, la destruccion ó desorganizacion del área estrategica de la Capital, provocaria el aniquilamiento de la potencialidad de la Nacion por concentrar los elementos vitales del País. Es por esto necesario; la pronta reasignacion de la Piramide en forma armónica en todo el territorio y desplazar su centro de gravedad al interior del pais (Sierra central); creando la infraestructura

y los incentivos convenientes para que las Industrias estrategicas se instalen en el Valle del Mantaro y en el Transpais.

b) _Decrecimiento de la acción expansiva del Nucleo Geo-historico hacia el Interior.

Lima Metropolitana, como el Cuzco en su momento, ya cumplieron su papel de "Nucleo de Cohesion". La expansión de Lima, exige un nuevo Nucleo que consiga dominar el espacio sobre la Frontera Amazonica. Hasta el presente no se ha producido, pese al desarrollo de las comunicaciones, es probable que tampoco se logre en el año 2050 debido a que continuara la accion frenante (de contencion y disgregacion) de la Cordillera, que no permite a Lima vincularse efectivamente con los Valles Interandinos y las Cuencas fluviales de la Amazonia, para contrarestar este impase geografico es necesario la unificacion interior, obtener la cohesión del Estado y vitalizar las Fronteras; de lo contrario prevalecera a pesar de los avances tecnológicos en las comunicaciones.

c) Desarticulacion del Territorio y vaciamiento del interior

El desarrollo costero ha dado lugar al surgimiento de un eje geopolitico desarticulado constituido por los nucleos de Piura, Chiclayo-Trujillo-Chimbote, Lima Metropolitana. Como su actividad económica no esta integrada en una sola estructura ha contribuido al racionamiento interno, y marginando los núcleos del Cuzco y de Iquitos en la Amazonia (Desarticulacion Territorial). Para contrarestar esta accion es necesario desarrollar un nucleo central sobre el eje de simetria en torno al cual el pais se presenta casi equidependiente conformado por Lima, La Merced, Atalaya, La Esperanza; de tal forma que hacia el año 2050, se agregaran los de Huancayo, Jauja, Concepcion, Pucallpa, Cajamarca y Piura. Como se puede deducir la ocupacion espontanea del Territorio Peruano hasta el presente no ha llegado a conformar un Sistema Geopolitico Nacional.

d) Geo-estrategia de ocupacion territorial a largo plazo.

Por tanto el pais requiere de medidas de desconcentración y redistribucion espacial de los recursos humanos y económicos orientados prioritariamente hacia una "Zona Nuclear" donde la cual sea posible integrar al territorio y pobladores.

Las areas posibles se presentan en las Cuencas hidrograficas por ser las unidades fisicas mas apropiadas para los fines de desarrollo. Un ejemplo tenemos en la zona del Alto Ucayali, donde importantes cursos del agua del sistema hidrografico del Amazonas hacen de la parte Oriental de la Sierra Central y de la Selva Central, un area optima de cohesion Nacional que no ha tenido participacion hasta el presente.

En la zona central del Hinterland del Perú existe pues, un espacio que favorece la articulacion del país. Se trata de la amplia región geo-económica de los Andes Centrales (Huancayo, Jauja, Tarma y Selva Central), que es atravesado por los ríos : Perene, Satipo, Ene, Tambo, Pichis, Alto Pachitea y Alto Ucayali entre otros. Esta área se refuerza aún más por ubicarse en

el Conjunto Urbano LA MERCED-SAN RAMON. al constituirse otro polo de eje de cohesión central. Esta región es el corazón geográfico del Perú, y es la más apta para vertebrar el territorio, integrar los espacios vacíos y generar un dinamismo con la Frontera Brasileña. Por su relativa cercanía, esta ligada económicamente al núcleo geopolítico de Lima Metropolitana y de constituirse en el próximo siglo XXI un puente para vincular los núcleos comunicados de Iquitos y Cuzco y los que surjan.

1.3.2.- Características demográficas

1.3.2.1.- Proyección de Población

La ciudad de Jauja en el año de 1981 (año en que se llevó a cabo el VIII Censo de Población) era de 25510 habitantes, lo cual representa el 22% de la Población global Provincial y el 89% de la Población Distrital. En el último período censal, se pueden notar fuertes variaciones en la tasa de crecimiento, JAUJA a un promedio del 1%, SAUSA al 2% y YAUYOS al 4%. Esto se explicaría por las características de sus áreas de expansión, ya que el centro de Yauyos queda más cerca al de JAUJA y sus terrenos por ser de una topografía de mayor gradiente y no aptos para la agricultura son de menor costo que los de las áreas de expansión de JAUJA y SAUSA. El total de la población de los distritos de Jauja, Sausa y Yauyos desde 1961, es en su mayoría urbana manteniendo un promedio del 90% en relación a la población rural. Esto debido a su cercanía a la vía de Integración Regional (a Huancayo) dándoles así una vocación a concentrar los servicios y actividades de intercambio. Los datos estadísticos de población de los censos de 1961, 1972, 1981 y 1993 de la ciudad de Jauja, Yauyos y Sausa fueron:

CUADRO 1.1

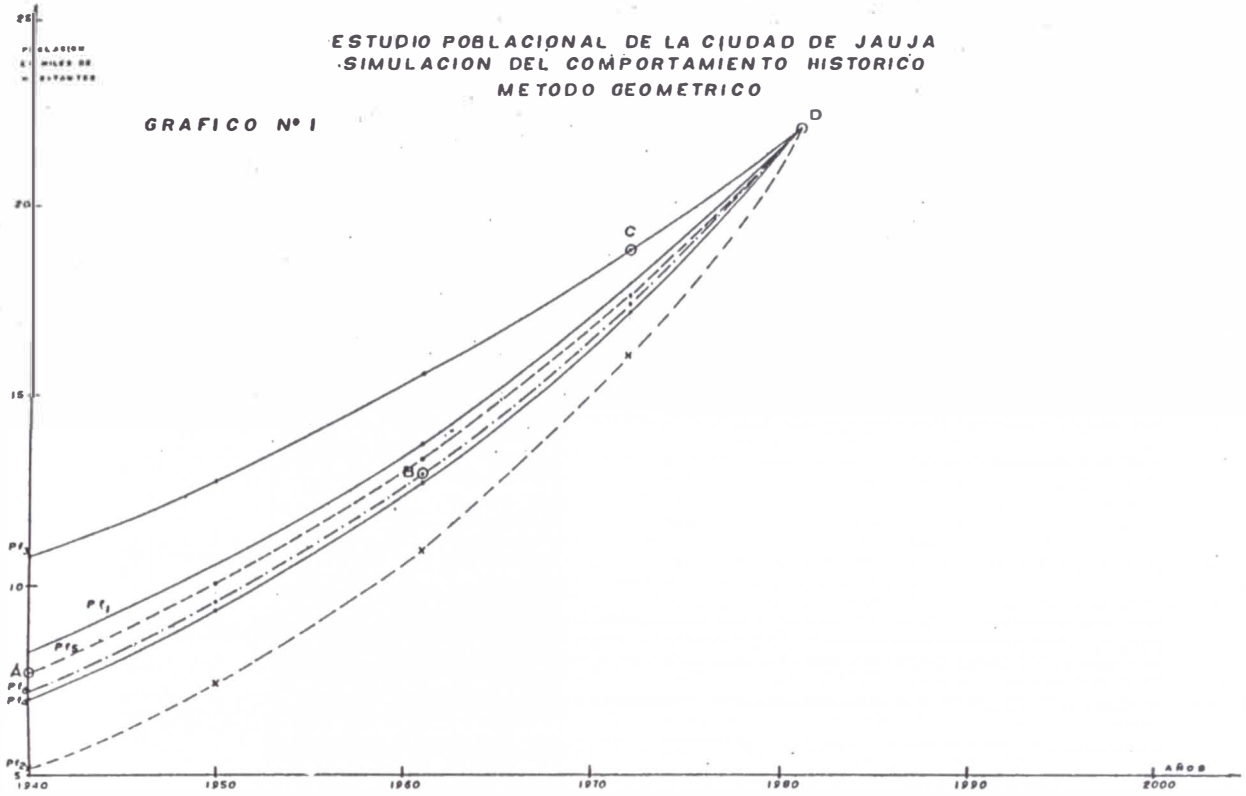
Evolución de la población de los distritos de JAUJA, SAUSA y YAUYOS

TIPO DE POBLACION	1961		1972		1981		1993	
		%		%		%		%
URBANA	12751	89,21	19597	95,60	23406	91,70	27814	93,98
RURAL	1547	10,80	899	4,40	2104	8,30	1783	6,02
TOTAL	14298	100,0	20496	100,0	25510	100,0	29597	100,0

Tomando como base los datos censales de estos 4 años por ser más representativos de las últimas décadas, y utilizando el método geométrico y de los mínimos cuadrados para la proyección de la población; se desprende que la curva Pf_6 simula mejor el crecimiento histórico poblacional de estos tres distritos. por tener menor desviación porcentual para los tres años

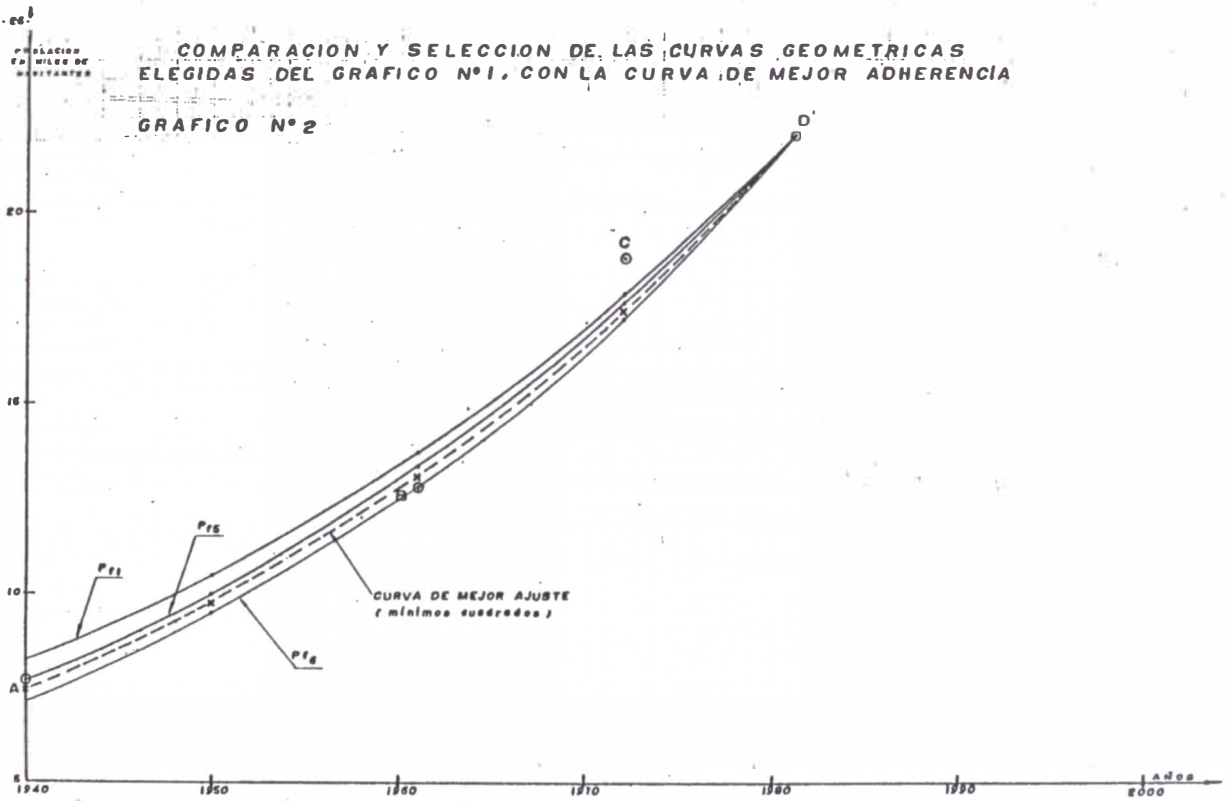
ESTUDIO POBLACIONAL DE LA CIUDAD DE JAUJA
 SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO HISTORICO
 METODO GEOMETRICO

GRAFICO N° 1



COMPARACION Y SELECCION DE LAS CURVAS GEOMETRICAS
 ELEGIDAS DEL GRAFICO N° 1, CON LA CURVA DE MEJOR ADHERENCIA

GRAFICO N° 2



censales (Ver graficos 1 y 2) .De este procedimiento también se concluye que la tasa de crecimiento poblacional será de 2,78% y que la ecuación que regirá su crecimiento poblacional histórico, teniendo como referencia el Censo de 1981, será:

$$P_f = P_i (1+i)^t$$

$$P_f = 25510 (1,028)^t$$

De otro lado, se tiene que de acuerdo a los registros vitales Municipales, el índice de crecimiento vegetativo, es el siguiente, hallado en base a las tasas de natalidad (TBN) y mortalidad (TBM).(1)

CUADRO 1.2

AÑO	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
TBN	31,0	34,6	37,2	37,4	34,6	39,7	41,3	42,7	41,3
TBM	8,0	8,7	9,9	8,0	8,7	9,9	10,3	10,9	11,0
CRECIMIENTO.	2,3%	2,6%	2,7%	2,2%	2,7%	2,7%	2,8%	2,8%	2,8%

Del analisis global se aprecia que en los últimos 6 años la población ha crecido vegetativamente en un promedio de 2,80% anual con tendencia de crecimiento progresivo no conociéndose la cifra de saturación. En base a estos datos también se realizo la proyección de la población hasta el año 2005. La estructura demografica de la Población de Jauja; es joven pues del censo de 1981, se deduce que el 45,2% de la población es menor de 15 años. Esto revela como se vio antes, el alto crecimiento vegetativo y el efecto de la inmigración parte de la cual debe involucrar a menores que residen en JAUJA por razones de educación. En cuanto a las ocupaciones de los jefes de familia, tenemos el siguiente resultado de una encuesta realizada en el año 1987: (total de la muestra=132)

CUADRO 1.3

ACTIVIDAD	NUMERO	PORCENTAJE
Comerciantes	38	28,8 %
Mineros	05	3,8 %
Empleados	21	15,9 %
Administrac. Pública	20	15,2 %
Artesanos	14	10,6 %
Obreros	07	5,3 %
Choferes	08	6,1 %
Otros *	19	14,3 %
TOTAL	132	100,0%

Nota: * Agricultores, Mecánicos, Musicos, etc.

Fuente: Encuesta a hogares de una muestra de 132 habitantes.

Proyecto de Ampliación y Mejoramiento del Servicio de Agua y Desague.

Como se aprecia; en la distribución de ocupación predominan, los empleados del sector servicios, tales como Empleados Públicos y Privados, Comerciante y Choferes. Este dato coincide con el carácter eminentemente Comercial y Administrativo de JAUJA y revela su incipiente Industrialización y abandono del Sector Agropecuario.

Es interesante anotar que en 53 de los 132 hogares encuestados (40%) la esposa trabaja desempeñándose sobretodo en el Comercio, la Administración Pública (secretarías) como artesanas y en las faenas del campo. Por el contrario, la participación económica de los hijos que residían en el hogar era baja, pues la mayoría vive, estudia y trabaja fuera (migración) en la ciudad capital y provincial ó en los centros mineros. Los desequilibrios sociales que originan una permanente migración del campo a la ciudad ocasionan un progresivo despoblamiento de las áreas rurales. Los asentamientos así producidos, presentan un comun denominador, la falta de una estructura adecuada y eslabonamiento entre ellos, distorsión que se expresa en la existencia de un solo centro urbano mayor; Jauja, convirtiéndose en eje polarizador del aparato productivo, comercial y administrativo de servicios sociales y limitando las posibilidades de desarrollo y expansión de otros distritos vecinos como Paca, Pancan, Huertas, San Pedro de Chunan entre otros distritos.

1.3.3.- Necesidades Básicas

En un análisis que se realizó sobre los problemas centrales de la ciudad, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1.3.3.1.- Problemática del ámbito Regional:

- a) Falta de un Plan Integral de Desarrollo que determine roles y funciones a cada ciudad, a base de las características y recursos de cada uno de ellas.*
- b) Deficiencia de servicios de infraestructura urbana básica de agua, alcantarillado y energía eléctrica en algunos sectores del valle del Mantaro.*
- c) Deficiente atención médica-hospitalaria.*
- d) Intervención nula en Programas de Vivienda para cubrir el fuerte déficit.*
- e) Red vial de integración principal (Vía de Evitamiento, Carretera margen izquierda y derecha del río Mantaro) sin mantenimiento y parcialmente deteriorada por las lluvias.*
- f) Red vial de integración secundaria (a centros poblados menores) sin tratamiento, siendo estas a la fecha, trochas con pocas facilidades de accesibilidad.*
- g) El servicio de Transporte Urbano con las ciudades dentro de su área de influencia especialmente con Huancayo, no cubre en las horas punta eficientemente.*

h) Las vías de penetración a la Selva Alta han quedado paralizadas.

1.3.3.2.- Problemática del ámbito urbano:

a) La falta de Planificación Urbana ha conllevado al crecimiento horizontal de la ciudad, propiciando el desarrollo espontáneo sin el acondicionamiento adecuado de equipamientos y servicios.

b) Incompatibilidad de los usos del suelo (Hospital Olavegoya-Cuartel General) con el uso predominante actual (Residencial)

c) Falta de equipamientos complementarios (Mercado Mayorista-Camal adecuado-Terminal Terrestre)

d) La agricultura es débil en JAUJA.

e) No hay Industrias grandes.

f) Falta de control de calidad de las tuberías de agua y alcantarillado, insuficiente dimensionamiento de los diámetros y deficiente supervisión de obras. Asimismo no hay una amplia cobertura del servicio eléctrico pues gran parte de la población no cuenta para uso doméstico e Industrial.

g) Falta de mantenimiento, de control y supervisión de obras de los drenes y canales pluviales que atraviesan la ciudad.

h) Falta de Reglamentación y Control del Transporte Urbano.

i) Inexistencia de un sistema integral de tratamiento de las descargas de aguas servidas.

j) Inexistencia de reglamentación para el Crecimiento y desarrollo urbano adecuado.

En la actualidad están en vía de solución el agua potable y alcantarillado y la electrificación, tanto doméstica como pública. El problema del transporte se va solucionando paulatinamente pues el Concejo Provincial adquirió nuevas unidades en este período. Sin embargo, la vía de penetración a la Selva ha quedado trunca, esperando que próximamente se pueda reiniciar los trabajos para unir a la ciudad de Jauja con Uchubamba, Monobamba y Chacaybamba y tener una salida rápida hacia la Ceja de Selva.(6)

1.3.4.- Recursos Naturales

Del conjunto de variados recursos con que cuenta la Sierra, tres: el suelo, agua y minerales se relevan sobre los demás por la trascendencia y gravitación que han ejercido y ejercen en la realidad socio-económica de esta región. La configuración topográfica y geológica del suelo a dotado a la región de una importante riqueza minera constituida por minerales no metálicos, distribuidos en yacimientos en toda la Provincia. Entre ellos se destacan la piedra caliza, arcilla, yeso, arena, mármol, sílice, entre otros y que en un 60% se localizan en el área de la Provincia de Jauja. A continuación se presentan otros recursos disponibles en la zona:

1.3.4.1.- Aguas Termales: Estas aguas son utilizadas en el tratamiento de enfermedades especialmente de la piel. La principal fuente es la de los Baños de Acaya (distrito de Curicaca). Se la considero la segunda fuente de mayor importancia en el Perú y la sexta a nivel Mundial (1953) por la buena cantidad de ácido carbónico libre que posee (401,5 cc/litro de CO disuelto). Otras fuentes importantes se encuentran en Llocllapampa, Chochocolpa, Uchubamba entre otros.

1.3.4.2.- Aguas Minerales: Se les utiliza para producir bebidas gaseosas con el empleo de diferentes jarabes. Se les ubica principalmente en Llocllapampa donde existe una Planta Embotelladora de Agua Mineral. Se encuentra asimismo en Huishcapuquio, Huajal y Chochocolpa. (7)

1.3.4.3.- Puquios: Son fuentes ó manantiales que en su mayoría abastecen de agua para consumo humano, a muchas ciudades del Valle del Mantaro como JAUJA, y entre los que podemos señalar:

Yurajcunya ; Mala ; Juntaisama ; Habaspuquio ; Cochabambas , etc.

1.3.4.4.- Lagunas: Jauja, tiene muchas lagunas, especialmente en la alturas como la de Chocón, Tragadero, Janchiscocha (las 7 lagunas) las de Azulcocha en Llocllapampa , así como las lagunas de Ijira, Yanaclara, Desmiro entre otras. Pero la más hermosa es la Laguna de PACA, que era rica en especies de la Fauna Silvestre tales, como patos reales, gaviotas andinas , garzas, picaflores, tortolas, anfibios, reptiles y mamíferos, pues actualmente. por la acción depredadora del hombre se encuentra deteriorado este Ecosistema. Es necesario por ello, tomar medidas para revertir esta situación pues aún tiene un gran futuro turístico.

1.3.4.5.- Energía de origen vegetal y animal: Caña y carbon vegetal.- Desde tiempos remotos la caña constituye una importante fuente de energía par el poblador andino. El alto consumo de especies leñosas (eucalipto) crea situaciones críticas sobre todo en zonas de alta concentración de población rural y en donde la vegetación se encuentra muy deteriorada y es cada vez menor.

Biogas.- Forma de energía renovable, accesible y de producción barata, en base a la fermentación de materia orgánica en ausencia de aire, a partir de desechos de tipo agrícola, animal, orgánico urbano o industrial. Como resultado se genera gas combustible y además residuos sólidos usados como abono. En la región andina específicamente en la zona de JAUJA es más utilizado los residuos sólidos como abono, mientras que el BIOGAS va teniendo cada vez mayor aplicación sobre todo en el ámbito rural. (7)

1.3.4.6.- Recursos Forestales: Los recursos forestales de la Sierra se hallan en la época actual bastante disminuido; pues desde tiempos inmemoriales el hombre andino ha mermado el recurso forestal a través de la tala, incendios y sobrepastoreo.

Fuentes históricas atestiguan la existencia de grandes bosques de Queñoa y Quishuar que actualmente se encuentran en las alturas, como bosques remanentes cubriendo reducidas

superficies. Estas especies nativas por la múltiple aplicación de su madera (combustible, construcción y artesanía) son adecuadas para Forestación y Reforestación tanto para los usos mencionados como para regular las condiciones climáticas e hídricas particularmente en la parte superior de las cuencas hídricas andinas. Por otro lado, la gran diversidad topográfica, climática y ecológica de la región Andina, se manifiesta en un importante potencial paisajístico como los valles interandinos que unidos a la variada flora y fauna y embellecidas por Lagunas, hacen de esta zona una región de gran potencial natural para el Turismo.

A nivel distrital los minerales no metálicos como la arcilla refractaria, si abundan y se les utiliza para la industria de ladrillos y tejas. Así también encontramos arena, hormigón y greda en menor proporción, es por ello necesario intensificar la fabricación de materiales para la construcción en base a la transformación de estos minerales no metálicos en forma racional.

Otros recursos que podría aplicarse es la energía eólica que puede ser aprovechada en las zonas altas (Huancas) ó bajas (Huertas) donde las corrientes de aire o vientos tienen regularidad y permanencia adecuada, requiriéndose para ello de extensiones considerables libres de obstáculos. Esta energía obtenida tendría aplicación en el medio rural en el bombeo de agua para irrigaciones y generación de energía eléctrica. En menor proporción se da la energía geotérmica que tiene su origen en nuestro territorio, a la convergencia de la Placa Oceánica con la Continental y que se manifiesta como vertientes de agua caliente, geisseries, etc. De acuerdo a la localización de estas fuentes y a la información geológica; el INGEMMET ha establecido al Valle del Mantaro como una de las 6 regiones geotérmicas del País. Finalmente deben crearse más unidades de conservación con el fin de preservar este importante potencial para uso turístico y recreativo (caminatas, campamento) hasta hoy debilmente explotados.(7)

1.3.5.- Estructura Productiva

En el área de estudio, la actividad productiva esencial es la agrícola, aunque un alto porcentaje de la población económicamente activa (PEA) masculina, emigra para trabajar en otros sectores, recayendo gran parte de la fuerza laboral en la mujer campesina.

Las relaciones de intercambio comercial establecidas entre la población rural han sido remplazadas por una relación bilateral campo-ciudad. Las tierras cultivables cubren un bajo porcentaje en el área de estudio y están conformadas por pequeñas parcelas (organización minifundista). Por otro lado las condiciones de alto riesgo en la agricultura andina origina un cierto desinterés cada vez más pronunciado por la agricultura entre la población joven. La población pecuaria estimada esta compuesta por alrededor de 1000 vacunos, 4000 ovinos, 40 caprinos, 1300 porcinos y 8500 cuyes. La explotación se lleva a cabo preferentemente a nivel familiar y la producción se destina al mercado local y al autoconsumo. De acuerdo a la información estadística obtenida del Centro de Desarrollo Rural (C.D.R. Jauja) (Ver cuadro 1.4

) se aprecia que para un período de 3 años diferentes (dentro de un lapso de 17 años) la superficie sembrada ha disminuido en ese período. Esto se explica en parte, por la falta de tierras agrícolas nuevas para incorporar en tanto cualquier incremento de superficie en los últimos años estaría referida a tierra de ladera, marginales para la agricultura por ser fisiográficamente inadecuadas.

CUADRO 1.4

Evolucion de la superficie cultivada y volumen de producción de la actividad agrícola

AÑOS	AREA ANUAL DE (Has)	PRODUCCION (TM)
1972	1284	6243
1985	1073	6413
1989	747	3766

Fuente: CENACRO -72 . CDR JAUJA

1.3.5.1.- Estructura y características del sector Industrial:

Otras actividades económicas, es la actividad industrial en la zona de estudio que es incipiente, con una infraestructura orientada al procesamiento primario de productos agrarios, por lo que su impacto en la economía local es casi nulo. Esta situación se debe fundamentalmente a la falta de recursos económicos, financieros y tecnológicos, así como a la limitada atención por parte de los organismos encargados de planificar su desarrollo. Existen establecimientos dedicados a actividades industriales, como manufactura de productos de panadería, manufactura de productos de molino, manufactura de calzado, elaboración de queso, fábrica de muebles, etc. La zona cuenta con suficientes recursos naturales en tanto que el potencial humano, se encuentra en notoria desventaja y atraso en capacitación tecnológica. La pequeña industria se halla en manos de empresarios que laboran sin asistencia técnica ni crediticia, empleando una tecnología inadecuada, añadiendo a ello un sistema de comercialización deficiente. La actividad industrial tiene estrecha relación con la producción agropecuaria. debido a que la casi totalidad de los principales insumos utilizados por la industria esta constituida por aquella. Tal es el caso de la planta de transformación primaria, la industria de calzado y los molinos para granos.

La transformación de algunos productos alimenticios como el queso, es realizada a nivel familiar siguiendo técnicas tradicionales de limitado impacto económico. La producción industrial se comercializa, tanto en la zona como fuera de ella, aunque con ciertas dificultades, debido a la falta de planificación en el sistema de producción, el mercadeo, la intervención de comerciantes intermediarios y la carencia de medios de transporte, lo que ligado a la ausencia de un sistema de apoyo que preste servicio de asistencia técnica da lugar a que esta

actividad se mantenga en una etapa embrionaria. A continuación se hace una breve descripción de las otras industrias en la zona.

1.3.5.2.- Industria maderera

El desarrollo de esta industria, esta relacionada con la existencia y funcionamiento de aserraderos y talleres para trabajar la madera, siendo su desarrollo muy limitado y predominando sólo a nivel de pequeñas empresas, que utilizan generalmente maquinarias y equipos anticuados, ocupando locales inapropiados y disponiendo además, de limitados recursos técnicos y financieros; factores que en conjunto, originan una baja eficiencia en la producción y determina que esta industria se mantenga en estado incipiente.

1.3.5.3.- Manufactura de calzado

La fabricación de calzado se lleva a cabo en unidades de producción, organizandose en su mayor parte como empresas familiares y en mínima incidencia como medianas empresas.

1.3.5.4.- Industria Manufacturera de Productos de Molinería

Esta industria tiene un limitado impacto económico en la zona y esta representada por los establecimientos dedicados a la molienda de granos de trigo, cebada, y otros; generando estrecha relación con la producción agrícola. Los molinos se encuentran dispersos en el área rural y urbana, funcionando como pequeñas empresas familiares,

1.3.5.5.- Sector Artesanal

La artesanía ocupa un lugar muy importante en la economía de un extenso sector de nuestra población, manifestandose como expresión de arte popular y que a su vez es complemento de la actividad agropecuaria, desarrollandose con serias limitaciones, ya que es notoria la escasez de asistencia técnica y financiera, razón por la que trabajan con una tecnología inadecuada, obteniendo productos de baja calidad en menor cantidad y mayores costos. La artesanía afronta diversos problemas originados, principalmente por la desorganización de los productores, lo que se refleja en su concurrencia aislada al mercado y la carencia de capital de operación, así como la deficiente estabilidad en el mercado, tanto en lo referente a la compra de insumos como a la venta de los productos terminados, agregando a todo esto la carencia de medios de transporte. Estos factores en conjunto tiene como consecuencia la incapacidad de comercializar los productos fuera del mercado local a precios convenientes, alto costo por la compra de materia prima en mínimas cantidades, así como elevados costos de transporte, tanto para adquirir insumos como para ofertar los productos acabados.

1.3.5.6.- Sector Turismo

El turismo constituye una actividad que contribuye al desarrollo económico del País, siendo una fuente importante de obtención de divisas e impulsor de una integración nacional. Actualmente el turismo en esta zona es muy limitado, debido a la falta de condiciones adecuadas para la recepción de flujos de visitantes nacionales y/o extranjeros; a pesar de ello los organismos o instituciones públicas y privadas no han realizado las acciones necesarias para corregir esta situación, motivo por el cual, esta limitada actividad se desarrolla en forma desorganizada, sin ofrecer las mínimas comodidades al turista, siendo muy reducida la infraestructura de servicios, y la capacidad instalada de alojamiento. A todo esto se añade la ausencia de un adecuado sistema de promoción y fomento, así como la falta de un servicio de información y orientación.

La ciudad de JAUJA, posee un clima reconocido en el Mundo desde tiempos de la conquista, ideal para el tratamiento de los males bronquiales. Es una ciudad apacible, silenciosa y tradicional de buen clima y belleza antigua. Entre sus principales monumentos coloniales sobresale la Iglesia ubicada en la Plaza de Armas, cuya construcción data de la época de la Conquista y la Colonia. Otro atractivo es la capilla del Cristo Pobre en la que se puede apreciar su estilo árabe. Otro recurso turístico aún no explotado es el Cerro de Huancas, ubicado cerca de Jauja de donde se divisa al amplio panorama y sus alrededores, mostrando su impresionante y hermoso paisaje. Existen además ruinas pre-incas lamentablemente descuidadas, desconociéndose su real valor histórico, cultural y patrimonial. A poca distancia se encuentra la Laguna de Paca que posee en sus inmediaciones ruinas Pre-incas, al parecer custodiadas por un conjunto de cerros que forman la silueta de un inca dormido cual si fuese el guardián apacible de la Laguna.

Los poblados de Paca y su anexo Chucllu se hallan en ambos extremos de la Laguna la que cuenta con gran variedad de leyendas.(8)

1.3.6.- Estructura de empleos

1.3.6.1.- PEA por ramas de actividad y grupos ocupacionales

La ciudad de Jauja como capital Provincial, constituye el centro económico y administrativo en la parte norte del Valle del Mantaro. Su influencia abarca por el Nor-Este hasta el Valle de Yanamarca y por el Sur hasta los distritos de Sincos y Matahuasi. La gravitación comercial de Jauja en las áreas rurales aledañas que comprende 33 pueblos de diversos tamaños se articula sobretodo en las ferias semanales (miercoles y domingos) a las cuales acude la población rural cercana. Es interesante resaltar que gran proporción de los feriantes está constituida por campesinos que venden directamente su producción a los habitantes de Jauja. Como se ve, la función principal del centro poblado de Jauja es brindar servicios y apoyar el

desarrollo de la actividad productiva de su área de influencia y que la convierte en el principal centro de servicios y comercialización y sede del sistema financiero de su área de influencia.

Desde el punto de vista de la ocupación la población de JAUJA, como la mayoría de las grandes ciudades del País, esta siendo afectada por el fenómeno de la TERCIALIZACION, el que absorbe al 65% de la PEA, siendo significativa la población laboral del Sector Primario (19% del total) y en grado relativo menor en el Sector Secundario (16%) mostrando así una distribución laboral casi equitativa.

Se puede resumir que la ciudad, a pesar de su lento desarrollo relativo, se mantiene una población laboral bien diversificada. En primer lugar, porque el desarrollo de una actividad agropecuaria en el área periférica de trabajo; es fuente de ingresos de 1247 trabajadores que residen en la ciudad, y en segundo lugar, por el desarrollo relativo alcanzado por los talleres o fábricas artesanales que son de significación para 10050 trabajadores manuales. Dentro del sector terciario, se identifica una predominancia de la actividad de servicios comunales y personales (34%) y con el 22,9% la actividad Comercial, Servicios Hoteleros, Restaurantes y de Transportes.

En el Sector Secundario, el mayor volumen de la PEA se concentra en la Industria Manufacturera (Artesanal) con el 11,6% del total; el restante saldo laboral se encuentra en las actividades de construcción y servicios de infraestructura eléctrica con el 4,1% y 0,3% respectivamente. Es de esperarse que una gran parte de la población que declara ocuparse en las actividades agrícolas esta de alguna manera relacionada con la industria artesanal; asimismo, el identificarse actividades agropecuarias importantes y predominantes en el área periférica, explicaría el alto porcentaje de población, que dedicándose a una labor eminentemente rural se halla en la ciudad, compartiendo otras actividades. Vista la PEA por el lado de los grupos ocupacionales, confirma nuestra hipótesis inicial. Se observa un contingente laboral manual no agrícola, que absorbe la mayor población laboral, es decir 27,5% del total seguidos en orden de representatividad; por los comerciantes y vendedores (20,3%), trabajadores agrícolas (15,8%) y una empleocracia, técnico administrativo del 27,4%. Se infiere que la empleocracia incorporada por la Administración Pública debe ser representativa y constituye la actividad característica de los sectores medios y altos. Una actividad importante, como se puede ver que define la dinámica de Jauja es el COMERCIO, el mismo que se desarrolla en dos modalidades: el externo y el local. La actividad comercial externa se realiza vía abastecimiento de productos, que traen generalmente de Lima; y el Comercio Local que funciona en base a establecimientos y puestos de expendio al menudeo (Ferias de los miercoles y domingos) . Se carece a la fecha de un estudio exacto sobre fábricas y talleres informales, que venden sus productos en estas ferias. El Sector Financiero, esta representado por Agencias de los Bancos de Credito, Banco de la Nación , entre otros. Un indicador indirecto del ingreso se recogio por observación del tipo de vivienda. La gran mayoría (aparentemente con independencia del nivel de ingreso) de las casas son de material tradicional (73%) esto es, de adobe y tejas; de material noble, es decir, techos de calamina,

piso de cemento y paredes de ladrillo, un porcentaje menor(15%) y en menor proporción hay casas que tienen techo y/o paredes de material noble con piso de tierra(10%).(1)

1.3.7.- Situación actual de la vivienda

1.3.7.1.- Oferta de vivienda

Analizar el mercado de la vivienda conlleva a detectar y/o medir la necesidad actual y futura por viviendas, así como de las posibilidades de satisfacer dichos requerimientos futuros. El mercado de la vivienda en la ciudad de Jauja, está constituido por el número de hogares que están dispuestos a adquirir un número equivalente de viviendas, donde juegan papel importante. las preferencias del consumidor, el crecimiento poblacional, las preferencias por suelo y costos e ingreso que influirán en las posibles cantidades demandadas como ofertadas.

En el año de 1972 el parque inmobiliario de la ciudad de Jauja estaba conformado por 4183 unidades de viviendas de las cuales 3754 con ocupantes presentes. Al año 1981 el número de viviendas llegó a 4548 viviendas con un promedio de 41 viv./año; lo que significa una tasa de crecimiento de la población bastante menor que el ritmo de crecimiento de la población. Asumiendo constante esta tendencia pasiva de crecimiento se calcula que el número de viviendas requeridas actualmente (1995) sería de 5122 viviendas. Según estimaciones se considera que el porcentaje de viviendas a 1995, tendrá la siguiente distribución:(9)

CUADRO 1.5

CARACTERISTICAS	NUMERO	PORCENTAJE(%)
Casa Independiente	4528	88,40
Dpto. en edificio	26	0,50
Vivienda en quinta	112	2,21
Vivienda casa vecindad	420	8,21
Vivienda Improvisada	5	0,09
No construida para vivir	26	0,50
Otros	5	0,09
TOTAL	5122	100

En cuanto a requerimientos de suelo urbano, la disponibilidad de tierra apta para uso urbano (192 Has. disponibles) en áreas de expansión, cubre las necesidades de la ciudad para el periodo (1988-1995) estimada en 40 Has.; cubriendo las necesidades totales de vivienda, significando un saldo de 152 Has, De otro lado, se dispone de escasa mano de obra dedicada a la construcción, siendo un problema crítico la baja calificación y especialización de esta

fuerza laboral. En relacion a la disponibilidad de materiales de construcción de origen local, hay restricciones en la disponibilidad de ladrillos y de bajísima calidad. Existiendo disponibles material agregado(arena, piedra,etc.) no existe disponible piedra chancada y dosificadora de agregados y mezclas, lo que genera segmentos de demanda insatisfecha.(9)

1.3.7.2.- Demanda de Vivienda

Es objeto del mercado de la vivienda, detectar y medir la necesidad actual y futura de las unidades de vivienda. a fin de preveer sus posibilidades de satisfacción.

Se estima que en 1987 la ciudad albergo a 26348 habitantes, constituidos en 5270 hogares, ocupando 4406 unidades de vivienda, lo que representaría una demanda no cubierta o insatisfecha de 864 unidades de vivienda, es decir existio alrededor del 19,6% de hogares que no contaban con vivienda; asimismo se identifico un deficit cualitativo equivalente a 442 unidades familiares que se encontraban residiendo en viviendas inadecuadas o substandard, lo que equivaldría a un deficit total acumulado de 1306 (al año 1987) unidades de viviendas.

En el corto plazo (1990), se estimo que la ciudad alcanzo una población de 27955 habitantes, constituido en 5591 hogares, lo que significo cubrir una necesidad de vivienda de aproximadamente 1747 unidades, es decir cubrir una demanda promedio anual de 582 unidades para atender los requerimientos acumulados y los anuales de la nueva población.De mantener su actual comportamiento de crecimiento poblacional se espera que la ciudad en 1995 tenga una población de 6171 hogares, que le supondria cubrir una necesidad de vivienda ascendente a 2529 unidades. Es decir, que la ciudad tuvo que ser capaz de producir 316 viv/año (1988-1995) ante la presion del deficit acumulado más los requerimientos demandados por crecimiento poblacional.

En resumen, se estima que la ciudad en 1990, requirio de 441 viv. adicionales, entre nuevas y renovadas, y atender un deficit acumulado del orden de los 1306 unidades, lo que significara un volumen total de 1747 viviendas. A 1995, sus requerimientos totales ascenderían a 1223 unidades de vivienda, mas el deficit acumulado, tendrian que resolverse un total de 2529 viviendas en el lapso de 8 años.(1987-1995)

Es decir, dado el comportamiento que viene experimentando la población, se estima que en 1995 la ciudad requirira de 1223 unidades de vivienda, entre nuevas y repuestas, lo que le significaría una demanda adicional promedio de 153 unidades anuales. Por otro lado, de ser posible la aplicacio del Programa de viviendas que demanda CENTROMIN (800 viviendas) incrementaria la necesidad total en 3329 viviendas.

El área disponible para la localización de vivienda que ascendió en 191 Has. distribuido en 8 terrenos seleccionados de los cuales, solo 64 has, son factibles en el corto plazo,comprometiendo tres terrenos T1, T5 y T7 (Ver plano de expansiones N° 8.6)

Finalmente, se estima que la atención en nuevas viviendas, como la reposición de las

viviendas sub-estándar, es solo una parte del problema, puesto que además de la acumulación producida hasta la actualidad es necesario mejorar la capacidad de soporte de la ciudad en relación a su capacidad instalada para ofertar servicios y equipamientos urbanos en función del incremento en los consumos de estos.(10)

1.4.- Estado actual del área urbana

1.4.1.- Características y patrones de asentamiento

En el período prehispánico, Jauja estaba constituido por una población indígena que se asentó en el espacio geográfico de lo que hoy constituye el Distrito de Tambo.

El sello hispano, herencia de la fundación española, quedó plasmado en el trazo urbano de la actual parte antigua de la ciudad, la cual quedó conformada por manzanas cuadradas, todas de la misma extensión superficial, dispuesta en forma de damero, rodeando una Plaza de Armas en donde se ubicaron la Iglesia matriz y el cabildo de ciudad. Antes de 1972, el proceso de conurbación entre los centros poblados de Jauja, Yauyos y Sausa, no había alcanzado el nivel de desarrollo actualmente observado, explicable por haberse observado en el período censal de 1961-1972 una marcada tendencia al crecimiento urbano de tipo intensivo, que provocó una densificación del área urbana y un escaso incremento de áreas habilitadas. Dicho proceso constituyó un fenómeno significativo en el transcurso del período censal 1972-1981, en el cual la proximidad entre los centros y su grado de atracción hicieron posible su integración, conformándose el área urbana actualmente conocido.

En 1961, los distritos de Jauja, Sausa y Yauyos registraron una población de 14298 esta población se incrementó en 1972 a 20496 habitantes, registrándose en 1981 una población de 25510 habitantes ;esta población se asienta en un área urbana de 290 Has., registrándose una densidad promedio de 97,6 hab./Ha. .El distrito de Jauja es el más poblado, registrándose en el año 1981 una población de 25510 habitantes.(Ver cuadro 1.1). El trazo urbano ortogonal, de la zona antigua de la ciudad, se vio alterado por la presencia del Hospital Olavegoya que impedía la expansión hacia el lado Sur-Este de la ciudad; el trazado de vías con incidencia oblicua, con respecto del trazo ortogonal, y por la presencia del riachuelo denominado Tajamar ó río Seco, que corta algunas manzanas en forma diagonal, permitió la actual estructura de la ciudad.

Por otro lado, se observaron áreas consolidadas, en un 59% en Jauja y en un 40% en Yauyos; áreas semiconsolidadas en un 30% en Jauja y en un 18% en Yauyos. El distrito de Sausa observó mayoritariamente áreas con niveles de consolidación incipiente. En 1972 se observó en Jauja una densidad promedio de 97 hab./Ha., encontrándose al interior densidades diferenciales de 95 hab./Ha. para Jauja, 114 hab./Ha. para Yauyos y 79 hab./Ha. para Sausa. El período censal 1972-1981, significó una ligera disminución del ritmo de crecimiento poblacional y un incremento de áreas habilitadas para uso urbano, todo lo cual se

trajo en una ligera disminución de las densidades.

Las tendencias de expansión de la ciudad, están condicionadas por la topografía del terreno y por la presencia de la carretera central y la vía férrea. La topografía ha orientado el desarrollo urbano hacia áreas planas que se dan hacia el Sur y Sur-Este de la ciudad. El crecimiento hacia el Oeste está limitado por los cerros que bordean a Jauja, pero por tratarse de zonas de poco valor agrícola y pecuario, y por ser de propiedad estatal, un sector de la población de menores recursos se ha instalado en esta zona mediante la modalidad de ocupación por invasión. El paso de la carretera central y la vía férrea, orientan el desarrollo urbano en esta dirección, al constituirse en importantes conectores de Jauja con el resto de centros poblados del Valle y de la Costa, generándose una dinámica urbana comercial que la convierte en un importante centro de atracción. Actualmente, la expansión de las áreas residenciales se concentran hacia el Nor-Este de la ciudad en dirección al Cementerio, por detrás del Hospital, hacia la Laguna de Paca y hacia la salida a Huancayo.

Otros elementos que han ayudado a este desarrollo es la presencia de la carretera central y la vía férrea al constituirse en importantes conectores de Jauja con el resto de centros poblados del valle y de la costa generándose una dinámica urbana comercial que la convierten en un importante centro de atracción.

El proceso irregular de ocupación del suelo urbano es reciente, observándose solo dos casos a saber:

-El AA.HH Horacio Zevallos que se encuentra próximo al Aeropuerto de la Ciudad, estando conformado por 100 familias aproximadamente y contando con un pilón público para satisfacer su requerimiento de agua potable.

-El AA.HH. Santa Rosa, ubicado en la parte alta de la ciudad, conformado por 26 familias y no disponiendo de ningún tipo de servicio. Es una zona que requiere de mayor atención por estar en proceso de expansión sin ordenamiento básico.

Los tres distritos que han conformado la ciudad de Jauja, se diferencian no sólo por sus límites geográficos, sino por los diferentes usos del suelo, diferentes tasa de crecimiento y antigüedad del asentamiento (Sausa desde la época prehispánica, Jauja desde la Colonia y Yauyos a mediados del presente siglo). Los límites de los actuales asentamientos son los siguientes:

JAUJA; *por el Sur, la Av. Ricardo Palma; por el SO al Río Tajamar, por el Este la vía de Evitamiento, por el NO el Jr. Tarma y por el SE la vía de acceso de Huancayo.*

Las construcciones de la parte central se caracterizan por ser de adobe y techos de teja cocida. Las casonas de la época Colonial y Republicana aún están presentes, sus calles angostas (8 mts.) están trazadas ortogonalmente en manzanas de 80 x 80 mts. Entre el río Tajamar y la Av. Ricardo Palma se nota un cambio pues las construcciones son de ladrillo en su mayoría y cuentan con calles más amplias (12 mts. en promedio).

SAUSA; *Una línea que parte de la curva del FF.CC lo separa de Yauyos.*

La margen izquierda de la Carretera Central es su límite por el lado Sur-Oeste, al Norte la Av. Hatun Sausa y al Este y Sur-Este la carretera que viene de Huancayo.

Sus construcciones en tapial y adobe son las de mayor antigüedad de toda la Ciudad. Se conservan incluso ruinas pre-hispanicas que deberan ser restauradas y conservadas.

YAUYOS; De construcciones más recientes en su mayor parte con calles más amplias, sus construcciones que dan hacia la Av. Ricardo Palma, son de ladrillo, pero de su mayoría se da el adobe y la tapia, especialmente hacia la expansión urbana del lado Norte y Sur.(10)

1.4.2.- Uso actual de los suelos

En 1987 , se realizó un levantamiento catastral en la ciudad de Jauja en el Gobierno del Sr. Otto Nuñez Z. Para esa oportunidad se conto con planos bases elaborados por el Ministerio de Vivienda y Construcción.(Abril,1981) a escala 1:5000 ; así también se conto con fotos aereas obtenidas del Levantamiento Aerofotogrametrico de la ciudad. llevado a cabo en Julio de 1962 por el **SAN** (Servicio Aerofotografico Nacional).Estos estudios fueron complementados con levantamientos topograficos realizados por el equipo técnico de la Municipalidad Provincial de Huancayo. A partir de esa fecha, no se ha realizado hasta el momento ningun levantamiento catastral preciso de la ciudad, salvo algunos levantamientos topograficos muy puntuales, para alguna lotización. Sin embargo, del último reajuste al Plan de Ordenamiento Urbano realizado en la actual Administración (1993) se contempla los asentamientos humanos perifericos actuales de las zonas de expansión. Esto último se muestra en el esquema actual de la ciudad (Ver lamina 1.1)

De este último trabajo (1988) mencionado anteriormente, podemos obtener que hasta esa fecha la Ciudad de Jauja abarcaba una extensión aproximada de 314 Has. (3,14 Km²). Luego como la población llegaba a 26758 habitantes, se alcanza la densidad promedio (densidad bruta) de 97,65 hab/Has.; hay que tener en cuenta que en esa oportunidad para la extensión de la Ciudad se consideró las áreas de los Cuarteles Militares y las áreas de recreación. Segun datos de la administración, estas últimas cifras no han variado sustantivamente. Por ejemplo en lo que se refiere al área total ocupada, solo se ha presentado un nuevo asentamiento que aún esta por consolidar (Conjunto Habitacional RIO VERDE) y que se ubica en el eje de desarrollo PLAZA DE ARMAS-JR. GRAU-CEMENTERIO. Cabe resaltar en esta parte, que la Ciudad se esta consolidando sobre dos ejes de desarrollo, estando el segundo constituido por el Jr. Junin y por la via de salida a Xauxa-Tambo al SE de la Plaza de Armas de Jauja.

A la ciudad de Jauja también se le identifica por barrios, y estan ubicados en sectores que, de acuerdo a su topografía y consolidación lo clasificamos en:

JAUJA ZONA BAJA

Constituida por los Barrios LA SALUD, SAN LORENZO, CRUZ DE ESPINAS, MOTTO

VIVANCO, SAMARITANA, LA LIBERTAD, SAN ANTONIO, HUARANCAYO, EL PORVENIR, AVIACION, AA.HH. HORACIO ZEVALLOS, RICARDO PALMA y CORMIS.

JAUJA ZONA ALTA

Constituida por los Barrios del Distrito de YAUYOS, y conformado por: BUENOS AIRES, SAN MIGUEL DE BELLAVISTA, CHAQUINJAJA, YUNCAPUQUIO, LAS AVENIDAS, CENTRO, CHINCHAN, SAN LUCAS, SAN JUAN DE MIRAFLORES, LA UNION y la PRIMAVERA.

Los Barrios comprendidos en la parte baja , estan divididos por vias urbanas de 4to orden (que unen las de 1er orden con las vias internas de cada sector o barrio) debidamente asfaltadas en un 85%, siendo las de menor estado optimo las calles ubicadas en los Barrios de LA SALUD, SAN LORENZO, CRUZ DE ESPINAS, AVIACION, y CORMIS donde se presentan aniegos en epocas de lluvias por falta de un buen drenaje de las calles. Por el contrario, los barrios de la zona alta se encuentran en un 10% a nivel de asfaltado (carpeta rigida), estando el resto de calles en estado de afirmado y en otros casos en caminos de herradura. No existe infraestructura vial optima en la zona alta de la Ciudad a la vez que la topografia es muy accidentada y de pendiente alta, lo que favorece a la erosión de los terrenos en epocas de lluvias por falta de canales de evacuación de las aguas pluviales en buenas condiciones de servicio.

Al realizar el trabajo en campo, descrito anteriormente, se tomaron todos los datos suficientes como para realizar mapas representativos (tematicos) de usos de suelo , materiales predominantes, en edificaciones y el estado del sistema vial; además de anotar las características físicas principales que presenta toda esta infraestructura.

De acuerdo a lo mencionado, se describe a continuacion, el estado actual del uso de suelos de la ciudad y su probable vulnerabilidad frente a desastres naturales.

1.4.2.1.- Uso Residencial

Ocupa la mayor Area Urbana y esta referido al Conjunto de Viviendas independientes y colectivas así como los terrenos libres y áreas de expansión destinadas para este fin. Esta interconectado por un sistema de vias, cuya red principal esta concentrada sobre la Zona antigua de la ciudad (Zona Monumental) y que esta trazada en forma de damero. La expansion de este uso de suelo, estan condicionada por la topografia del terreno y por la presencia de la Carretera Central y la via ferrea.

Actualmente, las áreas residenciales se concentran hacia el Nor-Este de la Ciudad en direccion al Cementerio por la Av. Motto Vivanco; por detras del Hospital; hacia la Laguna de Paca (Jr. Junin) y hacia la salida a Huancayo (Av. Ricardo Palma y Francisco Carle). El crecimiento al Oeste ha sido limitado por los Cerros, pero la población de menos recursos se ha instalado y construido viviendas precarias (terreno de menor valor agrícola). De esta forma la expansión toma FORMA PERIMETRICA permitiendo una Planificación Urbana. Solo se ha observado

tres casos de proceso irregular de ocupación de suelo urbano a la fecha. Este fenómeno es consecuencia del potencial de demanda que no está siendo cubierta por el mercado de vivienda y que está afectando principalmente sobre las áreas periféricas que son de uso agrícola. Se propone que para esta zona se permita otros usos que le sean complementarios como tiendas, talleres u otros, permitiendo de esta forma una línea programática de viviendas que podría diversificarse en sub-programas tales como casa-habitación, casa-tienda y casas taller; y cuyas actividades no constituyan molestia ni peligro potencial para las viviendas aledañas.

También se recomienda que estas edificaciones se adecuen a ciertas normas tales como el área del lote cubra un área de solo 180 m². y que tenga como área libre mínima del 35% del área total de la vivienda. No se exijan retiros a menos que la Orden Municipal; lo considere conveniente por razones de seguridad. Es conveniente, que se oriente los procesos de habilitación y construcción generando de alguna manera la participación de la población.

Logicamente que la puesta en ejecución de estos sub-programas señalados anteriormente, solicitará de la población, cierta capacidad económica que por el momento en un 93% está imposibilitada de adquirir por lo menos una vivienda mínima (60m². de vivienda+lote+servicios) y de construcción tradicional en adobe.

1.4.2.2.- Uso Comercial-residencial

Esta comprende la extensión de suelo urbano sobre el cual se realizan actividades comerciales en mayor porcentaje. Realmente el Comercio en esta zona es predominante, siendo el uso en muchos casos compartido entre Residencial y Comercial como los hoteles, restaurantes, cafeterías, bazares, tiendas de abarrotes, etc. Esta extensión se ubica en la zona central consolidada principalmente. Existen tres ejes comerciales principales que son: El Jirón Grau (desde la Plaza de Armas hasta la Plaza Santa Isabel); el Jirón Junín (desde el Jirón Tarma hasta la Av. enida Huarancayo). y el eje comprendido entre la prolongación Jr. Tacna (altura del Jr. Sucre) hasta la Av. Ricardo Palma (altura del Jirón 28 de Julio).

En días de Feria (Miércoles y Domingos) estos ejes se ven incrementados notoriamente, conformándose también ejes secundarios paralelos a los anteriores como el Jr. Bolognesi, Jr. Tarapaca, Jr. Colina y Jr. Bolívar, Jr. Ayacucho, Jr. Sucre, Jr. Caceres siendo más intensivo en los alrededores del Mercado A (Sucre y Bolognesi) el Mercado B (Caceres 25 de Abril y 28 de Julio), la Plaza de Armas, la Plaza de Santa Isabel y por supuesto los Jr. Junín y Grau. Como se puede ver de la Lámina 1.1 la zona comercial se va extendiendo del área ocupada en los alrededores de la Plaza de Armas; hacia el Sur por la Av. Ricardo Palma; hacia el Norte por la Av. Junín; y hacia el Este por Grau a la Av. Motto Vivanco y la Plaza La Libertad.

El Comercio ferial está conformado mayormente por campesinos que vienen de distintos pueblos con los cuales tienen conexión a través de carreteras ó trochas y que venden directamente su producción a los habitantes.

También existen ambulantes que vienen de las ciudades de Lima y Huancayo así como de distintas ferias que se realizan en otros valles como el de Tarma. Esta actividad comercial que es muy intensa convierte a Jauja en otro Centro Urbano Andino que cumple un rol de intermediación y acopio de la Producción entre los productos del Agro. Teniendo presente que la actividad primordial en la ciudad de Jauja es el COMERCIO es importante tener en cuenta esta tendencia para ordenar el Crecimiento futuro y reglamentar el uso que se puede preveer en las vías principales y propuestas. Para este tipo de uso de suelo, se propone la actividad comercial en las diferentes modalidades, siempre que sean compatibles, y que puede ser en forma mixta (vivienda-comercio) ó separada. Sobre las edificaciones que se instalen en esta zona, deberá adecuarse a ciertas Normas al igual que el caso anterior, como por ejemplo; que el área del lote mínimo sea de 240 m². y con un área libre del 30% del lote. También que su altura podría ser hasta de 5 pisos y que dentro de su construcción deberá incluirse la vereda y un alero de protección.

1.4.2.3.- Uso Cívico-comercial

Este sector se ubica sobre la zona denominada por este estudio como ZONA MONUMENTAL y que ya ha sido delimitada, teniendo como referencia informes y datos proporcionados por el I.N.C. (Instituto Nacional de Cultura) de Huancayo, La U.N.C.P y la Municipalidad de JAUJA.

En esta área se ubican las dependencias del Estado como la Municipalidad Provincial, La Prefectura, SEDAM-JAUJA, Bancos Estatales y Privados, Hoteles de Turistas, La Catedral de la Ciudad, Iglesias tanto Católicas como Protestantes, Dependencias Policiales (G.C. y la P.I.P) y Juzgados de Primera Instancia, el Comercio Central (2 Mercados Mayoristas) una Compañía de Bomberos y algunas Cooperativas y Mutuales. En suma; ocupa casi toda la parte central del área urbana, existiendo solamente algunas dependencias no menos importantes como la Carcel ó la Penitenciaria, el futuro Mercado de Productores, el Terminal Terrestre y el Centro Cívico que se ubican en las afueras de la Zona Central, descentralizando en cierta forma este uso del suelo.

1.4.2.4.- Uso Institucional

Comprende este sector las Instituciones Educativas, los Hospitales; Clínicas y afines. Los Servicios Educativos en Jauja se prestan a través de dos grandes Instituciones (Unidades Escolares) y varias escuelas de Educación Básica, agrupadas en el Nucleo Educativo de Jauja. Las escuelas se encuentran ubicadas en su mayor parte dentro de la Zona Monumental razón por la cual estas edificaciones son muy antiguas (de adobe) teniendo por tanto ciertas deficiencias desde el punto de vista estructural pues no presenta elementos de arriostres (vigas y columnas) ya que solo fueron diseñadas por peso propio más no por

efectos sísmicos y cuya resistencia se basa en el ancho de sus muros. Podrían convertirse en zonas vulnerables en caso de Desastres Naturales. Los servicios de salud se concentran en el Hospital Olavegoya el cual ocupa 12 Manzanas aproximadamente. Su presencia en la zona antigua limita la expansión de la Ciudad hacia el lado Sur-Este, razón por la cual es necesario tomar medidas correctivas afin de aliviar la fluidez de algunas calles de la Zona Monumental que se ven obstruidas por el Hospital. Tanto los Centros Educativos como el Hospital, son zonas potencialmente vulnerables pues no existe un estudio técnico a la fecha que evalúe los efectos dinámicos que podrían producirse en el subsuelo ante los movimientos de tierra. En el capítulo referido a Estudio de suelos se verá en más detalle esto último.

1.4.2.5.- Uso Recreacional

Desde el año 1980 la Ciudad de Jauja cuenta con las mismas áreas de recreación . Así tenemos que los servicios recreativos, esta constituido por la Plaza Principal y de La Libertad enlazados a través del Jr. Grau, así como las Plazas 20 de Enero en Yauyos y la Principal de Sausa. Se complementa con 4 estadios construidos por el I.P.D. de los cuales solo el Estadio Monumental esta implementado y no se usa por estar alejado de la ciudad. Se incluye dos salas cinematográficas, un Coliseo para Basquet (Court de Basquet), una piscina que actualmente esta inoperativa; una Plaza de Toros y Ruinas Arqueológicas cercanas.

Por el momento, no se cuenta con áreas verdes amplias, salvo el reducido espacio de árboles que se observa en la Av. Luis Bardales. Según el INADUR, el área ribereña del Río Yacus se proyectaba plantar árboles, lo cual a la fecha no se realiza; por el contrario se ha habilitado esta área para la ubicación de un Conjunto Habitacional , el cual no cuenta con las medidas de seguridad requeridas (gabiones, espigones, pozas de inundación, etc.) en caso de inundaciones por desbordes estacionales. Para más detalle ver el capítulo referido a zonas de inundaciones.

1.4.2.6.- Uso Industrial

El uso del suelo para este fin dentro de la ciudad es muy restringida, pues la mayor parte se ubica en la periferia, en la mayoría de casos cumpliendo el rol de vivienda al mismo tiempo. Esta constituida por molineras de granos, panificadoras, embotelladoras de gaseosas entre otras. Es recomendable que la actividad más importante se encuentre en la periferia y tomando en cuenta la dirección de los vientos.

1.4.2.7.- Uso de Transportes y Comunicaciones

Esta constituida por las áreas destinadas a las antenas de radio y televisión , así como de las estaciones de radio, las cuales se encuentran dentro de la Ciudad. También comprende los

terminales de Transporte Terrestre y Aereo. Los primeros se encuentran en los alrededores de la Plaza principal y del Jr. Huarancayo así como de la Av. Ricardo Palma y el Jr. Tarma. El Transporte Aereo no es muy frecuente por el momento debido a la poca promoción Turística que tiene esta parte del Valle en estos tiempos por el momento. Esta dentro de las proyecciones futuras la ampliación de la pista de aterrizaje para permitir su aceptación a escala Internacional y dar un fuerte impulso al Turismo y que tiene a la Laguna de Paca como su máximo exponente y que se encuentra a pocos kilómetros de distancia. Por el momento el Aeropuerto Francisco Carle (3320 msnm) puede aceptar aviones del tipo F-28; ANTONOV y HERCULES y se usa mayormente con fines militares.

Es necesario que en el caso de los terminales se les ubique fuera de la ZONA MONUMENTAL pues el paso de estos vehículos en el interior de la ciudad antigua esta deteriorando las vías principales poniendo en serio peligro también las viviendas por posibles aniegos producidos por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado así como del asentamiento de estas viviendas como consecuencia de estos aniegos, pues el tipo de suelo es propicio para estos fenómenos.

Se plantea crear un cinturón vehicular que alivie esta carga y que podría estar conformado por el momento por los Jiron Tarma, Jiron Acolla, Prolongación Colina, Jiron San Martín (alternativa Jr. Razuri), y el Jiron Huarancayo. A largo plazo el Jiron Acolla podría prolongarse hasta la altura del Jr. Huarancayo, requiriendo para ello la división del Hospital, que desde el punto de vista técnico es viable.

1.4.2.8.- Uso Especial

Se considera a estas áreas el suelo ocupado por las Fuerzas Armadas cuya presencia es relevante por la condición estratégica dentro del Valle del Mantaro al igual que el Aeropuerto. Sin embargo, su ubicación dentro de la ciudad condicionan el desarrollo de la misma por haberse constituido en contenedor de la misma, determinando tanto el sentido de la expansión o deteniéndola como es el caso del Cuartel Militar. Dicho cuartel fue afectado en sus instalaciones recientemente por la caída de uno de sus helicópteros en la pista de aterrizaje, el cual estuvo a punto de convertirse en un desastre de grandes dimensiones debido al arsenal bélico que en ella se encuentra. Por ello, se sugiere su reubicación en las afueras de la zona de expansión que posiblemente sería cerca al Aeropuerto y que serviría a su vez en la seguridad de este último, en caso de desastres ó conflagración.

1.4.3.- Características de las viviendas

Los materiales de las viviendas que más predominan en la ciudad de Jauja son el adobe, el tapial y en menor magnitud (pequeños sectores) el material noble (ladrillo de arcilla y de cemento) y el concreto armado. A continuación se realizara un breve diagnóstico de la zona en

estudio, el cual se vera en más detalle en el capitulo referido a la vulnerabilidad.

Para el caso de las edificaciones de adobe. se sabe que desde el año 1969 en que se produjo el sismo de Pariahuanca, muchas de las viviendas de la ciudad de Jauja han resistido estos movimientos sismicos, debido sobre todo a su distancia del epicentro y al caracter superficial de estos sismos, que permitio que las ondas se disiparan rapidamente, siendo sentido sus efectos con relativa fuerza en esta parte del Valle más que a la buena estructuracion y ubicacion de las viviendas.

Las estructuras por lo general, presentan en su parte superior un volado frontal conformado de tejas de arcilla y que es soportado por un entramado de viguetas y listones de madera, y que es parte del techo tipo mojinete tipico de estas zonas lluviosas. Este detalle es más notorio en las edificaciones de gran altura (2 ó más pisos). En estas edificaciones todo el soporte estructural esta basado en los muros de adobe que se encuentran anclados al suelo, por una debil cimentacion de barro y piedra. Es muy probable, que esta ligazon entre las unidades de barro que forman los muros y el material utilizado en la cimentacion haya perdido aun más toda su eficiencia a lo largo de estos 25 años (a partir de 1969) y que su respuesta ante la sollicitacion sismica muy probable sea muy deficiente e incluso hasta nula. Esto se corrobora en la actualidad de los datos de campo; pues gran número de estas edificaciones (sobre todo las de dos pisos ó mas) estan sobredimensionadas en altura y no presentan signos de haber tenido un mantenimiento adecuado, despues de haber soportado la serie de sismos dentro de este período de tiempo.

Algunas de estas construcciones ya son un peligro dentro de la Zona Monumental por su grado de deterioro y su excesiva altura; pues solo bastaria un sismo muy severo (con intensidad como el de 1947) para que muchas de ellas colapsen totalmente.

En el caso de las viviendas de un solo piso su estructuracion es similar con la diferencia que algunas de ellas presentan patios interiores los cuales requieren de volados de mayor luz. En estos casos el techo es soportado por columnas de madera ancladas al suelo por medio de dados de concreto, pero que antiguamente todo era de madera y fijado por una mezcla de barro y piedra.

Este tipo de edificacion contrariamente al anterior tiene mejores niveles de conservacion por lo que el riesgo de desplomarse en caso de un sismo severo es mucho menor. De todas formas, las pocas construcciones de este tipo y que se encuentran en estado deplorable es necesario que se tomen las medidas convenientes para proceder a su eliminación ó restauración en el mejor de los casos.

Esto último debe cumplirse también para las de dos ó más pisos y siguiendo un Programa Catastral previamente establecido; de este tipo de edificaciones a fin de dar prioridades.

Por otro lado, dentro de las edificaciones de albañileria se encuentran a: las edificaciones de albañileria no confinada y confinada, cuyas unidades son del tipo macizo (king-kong) de arcilla ó de concreto vibrado con alveolos respectivamente.

Existen edificaciones de 2 ó 3 pisos que se caracterizan por tener una estructuracion de

albañilería confinada en el primer piso y no confinada en el segundo y el tercer piso; y en caso de tenerlo, la distribución de las columnas son dispuestas sin ningún criterio estructural e incluso se dan casos extremos que no existe ningún tipo de arriostre en estas edificaciones (de 2 ó 3 pisos) y más aun en las de un piso.

También se han visto volados de excesiva luz (hasta de 1,50 mts.) sin contar con vigas de soporte; así como de columnas cortas en algunas planteles educativos con el objeto de ubicar ventanas altas en los salones. El estado de la construcción y su conservación es de bueno a regular, dependiendo de los acabados que le dan más durabilidad y por tratarse de construcciones modernas posteriores al sismo del año 1969. Una forma de establecer la mala calidad de las unidades de albañilería es la presencia de eflorescencia en casi todas las edificaciones de este tipo, que no presentan revestimiento. Como se sabe esta eflorescencia se forma de las sales que contienen los ladrillos y a veces de los agregados en el mortero que están en contacto directo con la humedad y que puede ser a consecuencia de las lluvias estacionales ó del subsuelo por un mal drenaje de las calles. Una constante que se ha observado también en todas estas edificaciones de albañilería es el espesor de las juntas que en algunos casos llegan hasta los 2 ó 3 cms., siendo lo normalizado de solo 1 cm. a 1,5 cm. entre las unidades de albañilería tanto en sentido vertical como horizontal. Sería recomendable realizar pruebas con este tipo de mezclas y juntas a fin de determinar su resistencia y compararlas con las ya establecidas, siguiendo un diseño sísmico.

En suma todo este conjunto de problemas que presentan las edificaciones de este tipo y del adobe, hacen que gran parte de la ciudad sea altamente vulnerable a los sismos.

Para obtener el grado de vulnerabilidad de una zona, es importante indicar que el peligro natural no se presenta con algunos de los parámetros señalados anteriormente en forma individual, sino con la superposición de todos estos efectos, como son, el material de estructuración; el estado del material predominante y la altura de las edificaciones, como se verá más adelante en el capítulo referido a la Vulnerabilidad.

1.4.3.1.- Materiales de construcción de las viviendas.

Los materiales representan uno de los factores más importantes cuando se trata de encontrar el grado de vulnerabilidad de una edificación. Por otro lado constituye también desde el punto de vista técnico en unos casos y económicos en otros; un problema dentro de la población.

Los materiales de construcción que más predominan en las edificaciones de la ciudad, son:

- 1) Material de la región (adobe y tapial)
- 2) Material noble (albañilería y en algunos casos de concreto armado)

a) Material de la región:

-ADOBE.- En otros lugares del país la denominan como barro y que se les utiliza con la caña

para formar paneles. En nuestro caso a esta mezcla de arcilla(material cementante) paja, ichu, guano de ganado y agua, luego de ser batido por algunas horas, se le vierte en unos moldes de medidas conocidas para luego dejarlas secar al sol . Una vez bien secado (30 días) se les puede utilizar en la construcción.

El proceso es simple como se puede ver, además de no necesitar mano de obra calificada pero en cambio si requiere de un buen batido de la mezcla para obtener buenos resultados. El problema que se presenta en la utilización de este material es que no puede cubrir grandes demandas , además de no poderse realizar todo el año pues las excesivas lluvias estacionales no lo permiten, siendo la época de verano propicia para este tipo de faenas.

El uso de este material en la zona es todavía deficiente pues no se le incorpora otros materiales con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad (asfalto RC-250, goma de tuna,etc) ante la presencia de humedad.

-TAPIAL.- Para el tapial, el procedimiento para emplear barro es similar. la diferencia esta en que los moldes son de mayores dimensiones y el procedimiento de construcción también. Actualmente es poco empleado para vivienda pues es utilizado mayormente para cercos perimetrales de las viviendas. Al igual que el adobe también se requiere de un buen apisonado y batido de la mezcla para obtener una buena resistencia de las unidades.

b) Material noble

Se compone de los siguientes materiales:

-LADRILLO DE ARCILLA.- En general, es artesanal y de regular a baja calidad, debido a que es fabricado sin un control de calidad; a veces la arcilla contiene sales, y esto trae problemas de resistencia y durabilidad.

Una característica saltante de estas unidades de albañilería son sus dimensiones inferiores a las medidas standard conocidas por el Reglamento. En la periferia de la ciudad, existen ladrilleras principalmente en el barrio de Cormis (parte SE de la Plaza principal) y que es una fuente de abastecimiento importante de este material en las construcciones de la ciudad.

También se les encuentra en la zona de la ex-Hacienda SAN PEDRO y en el barrio de Huacllas, donde la tierra es arcillosa. (Ver capítulo referido a la Mecánica de suelos para conocer las características de estos suelos)

-LADRILLO DE CEMENTO.- Estas unidades son vibrados manualmente, se les utiliza mayormente en los techos pues disminuye el costo de la edificación. También es utilizado en muros de albañilería armada pero que debido a requerir mano de obra calificada y una buena trabajabilidad del cemento, así como de buena calidad de sus componentes sus costos se elevan enormemente. Es también evidente la falta de un control en su fabricación.

-AGREGADOS.- El hormigón empleado se obtiene de las margenes del río Mantaro, en el que tampoco existe control de calidad en su uso. Se ha determinado que este material presenta escorias provenientes de los relaves mineros de la Oroya. En menor volumen se utiliza el

hormigon del río Yacus, pero igualmente es perjudicial en el diseño de mezclas por contener calizas (sales) que son perjudiciales para la construcción.

A pesar de ello, el primero es utilizado mas frecuentemente en las edificaciones. Seria importante realizar pruebas de tracción y compresión sobre muretes empleando el ladrillo y hormigon de la zona.

En lo que se refiere a la piedra grande se le encuentra en buena proporcion en la zona, pues existe canteras a pocos kilometros de la ciudad.

Lo que si se observo como una particularidad, es la ausencia de la piedra chancada ó partida en la mezcla, por la cual ha sido remplazada por el hormigon extraido del rio Mantaro, que a diferencia de la piedra chancada se encuentra piedras redondeadas o abolonadas, que no permiten una buena adherencia con la mezcla aglomerante.

1.4.4.- Servicios vitales que se ofrecen en la ciudad de JAUJA

1.4.4.1.- Oferta del sistema de agua potable

El servicio de agua potable, para la ciudad de Jauja, fue instalado en 1932 teniendo como fuente de producción el Manantial Yurac-Cunya; y como almacenamiento un reservorio de tipo cabecera de 1000 m³. de capacidad, ubicado en la parte alta de la ciudad, a 500 metros de la Plaza de Armas. La primera ampliación de redes se llevó a cabo en 1965 hacia los distritos de Huaripampa, Muquiyauyo y Muqui; la cual al no haber sido acompañada del incremento de producción de las fuentes provocó un ligero desabastecimiento de la ciudad de Jauja. En efecto, del último aforo realizado en el Yurac-Cunya, este arrojó 11 lps.; que se debió a la sobreextracción y el período de sequía que afligió en la zona. En vista de esta escasez, se realiza el primer estudio de factibilidad, a cargo de la Consultora GABISERIN en 1982, para la selección de fuentes de abastecimiento. Tal estudio reveló la posibilidad de contar con dos nuevas fuentes a saber: el Manantial Juntaisama, que registro una producción de 87 lps. en maxima sequia y que requiere para su explotación de una estación con 5 unidades de bombeo más una cámara tipo cisterna, permitiendc la salida de dos líneas de conducción; y el Manantial Huajaco-Quero que registra una producción de 130 lts/seg. y puede ser aprovechado por gravedad. Desafortunadamente, la primera alternativa se paralizó, en razón de que una avenida excepcional de las aguas del río Mantaro afectó dichas instalaciones, lo que llevo al replanteo del mismo ó considerar otras alternativas que minimicen riesgos futuros. Posteriormente en 1987, fué publicado el informe del Estudio Definitivo del Agua Potable y Alcantarillado de Jauja elaborado por el Consultor Alberto Diaz Noel a solicitud de SENAPA-JUNIN. Este proyecto considera la utilización de los manatales Yurac-Cunya y Huajaco-Quero, cuya producción se ha estimado en 50 lts/seg. y 130 lts/seg. respectivamente. De los 50 lts/seg que se capta del Yurac-Cunya 38,5 lts/seg, se destinan para la ciudad de Jauja y los 11,5 lts/seg. restantes se derivan a los distritos de Huaripampa, Muquiyauyo y

Muqui. En el caso del manantial Huajaco-Quero, 40 lts/seg. servirán para abastecer a la ciudad de Jauja y los 90 lts/seg restantes, son orientados hacia la actividad agropecuaria y de piscigranjas de la Comunidad de Quero. Tanto las aguas del manantial Yurac-Cunya como las de Huajaco-Quero no requieren ser tratados para su consumo. En la actualidad, ambos Manantiales abastecen de agua la ciudad de Jauja y distritos: el Yurac-Cunya con 38,5 lts/seg. y el de Quero con 40 lts/seg. (78,5 lts/seg. en total). La demanda de agua del Proyecto, considerando una dotación promedio de 200 lts./hab./día y una población de 42790 habitantes para el año 2005 (tasa de crecimiento anual igual a 2,8%) se estima en 98,9 lts/seg. lo que equivale a 3,12 mmc/año.(11) Según este Proyecto cuyos objetivos son la de reestructurar las condiciones actuales del servicio de agua potable y alcantarillado, así como ampliar la cobertura para los años 1995 y 2005, se planteó dividirlo en dos etapas:

En la Primera Etapa (Etapa inmediata 1987-1995) se plantea la realización de obras de mejoramiento de la captación y de las líneas de conducción, la ampliación de las redes de agua y desagüe y la construcción de un reservorio de 1500 m³. de capacidad.

En la Segunda Etapa (Primera Etapa 1995-2005), se proyecta la continuación de la ampliación de la red de agua así como la construcción de un emisor y plantear la posibilidad de construir Lagunas estabilizadoras ó de oxidación.

1.4.4.2.- Demanda del sistema de agua potable

De acuerdo a los datos obtenidos en la Oficina de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Jauja, existen en la actualidad 4561 usuarios (al 28/03/93) cuyas conexiones domiciliarias respecto a su estado de conservación su estado general es bueno, a excepción del casco central que ya requiere de algunas reparaciones o remplazos pues se concluye que las tuberías de la red del casco central se hallan bastante corroidas (60 años) por las incrustaciones producidas por las sales del agua de los manantiales, y por tanto los coeficientes de rugosidad han debido bajar considerablemente y también su capacidad de conducción. También existen válvulas en mal estado, por empaquetaduras gastadas de la red antigua de fierro fundido, las que deben ser remplazadas; lo mismo se da en el caso de los grifos que gran parte son del tipo "flor de tierra", pudiendo haber quedado cubiertos cuando se efectuaron movimientos de tierra.

En la actualidad, los 78,5 lts/seg provenientes del Yurac-Cunya y de Huajaco Quero, no abastecen de agua suficiente para la demanda máxima, así como también es insuficiente la capacidad de almacenamiento. Por esta razón, es necesario de la ampliación de las redes de agua potable en 4,76 kms. en la zona alta y 3,01 kms. en la zona baja de la ciudad, además de la construcción de un reservorio de 1500 m³. de capacidad a ubicarse en Huertas. Estas medidas estaban contempladas en la Etapa Inmediata (1987-1995) del Proyecto Definitivo de 1987 pues solo así se garantizará el consumo de la población hasta el año 1995.

Para la otra etapa (1995-2005) se plantea la necesidad de contar hasta con un caudal de

178,0 lts/seg para satisfacer el consumo máximo horario; y se proyecta la ampliación de redes de agua en la zona baja en 5,78 Kms. de longitud.

Para complementar esta parte además se podrá aprovechar de la fuente de agua y la infraestructura instalada en el manantial de Juntaisama para incrementar el caudal de servicio a la ciudad en el futuro (posterior al 2005), pero teniendo en cuenta que esta alternativa estará ligada a un sistema operativo netamente dependiente de bombeos, así como del mantenimiento y obras de defensa en las líneas de conducción para las épocas de crecidas en el tramo del río Mantaro. Así se conseguirá, que el manantial Yurac-Cunya, abastezca exclusivamente a la ciudad de Jauja, y dejar de dotar de agua a los pueblos de Huaripampa, Muqui y Muquiyauyo; que se beneficiarían del Juntaisama. También se contempla una tercera posibilidad de utilizar pozos tubulares, pero los estudios a este nivel son todavía escasos. En síntesis, si el área urbana actual alberga 29597 habitantes (en teoría según proyecciones) entonces para ello, las fuentes de abastecimiento de agua deberán observar una producción de 54,809 lts./seg. Teniendo en cuenta que la Producción actual de las fuentes consideradas; asciende a 78,5 lts/seg. , tenemos que existe un superávit de 23,70 lts /seg. lo que demuestra que el actual desabastecimiento responde a carencias de la infraestructura de la red y de la insuficiente capacidad de almacenamiento. Para la demanda futura y tomando en cuenta la expresión anterior; la producción requerida por las fuentes será:

CUADRO 1.6

PERIODOS	INCREMENTO POBLACIONAL	CAUDAL DE CONSUMO
Para el periodo 1993-1995	2868 habitantes	Q = 5,31 lts/seg.
Para el Periodo 1995-2005	10325 habitantes	Q = 19,122 lts/seg.
TOTAL	13193 habitantes	Qt = 24,43 lts/seg.

En consecuencia para el año 2005 habrá una demanda parcial de 24,43 lts/seg., la que sobrepasa ligeramente la oferta, razón por la cual sería necesario prever el desabastecimiento poniendo en ejecución las alternativas ya revisadas anteriormente.

Respecto a la demanda de almacenamiento, para la población y los índices normativos de dotación y de atención anteriormente indicados, la ciudad de Jauja deberá contar con reservorios de almacenamiento de agua que totalicen una capacidad de 1183,88 m³. Si consideramos que la capacidad de almacenamiento actual del reservorio en uso es de 1000 m³.; encontramos que existe un déficit de 183,8 m³.; lo cual deberán ser cubiertos para una normal atención. Tomando en cuenta los incrementos poblacionales, ya conocidos, tendremos para dichos períodos una demanda de almacenamiento de:

CUADRO 1.7

PERIODOS	INCREMENTO POBLACIONAL	DEMANDA DE ALMACENAMIENTO
Para el Periodo 1993-1995	2868 habitantes	C= 114,72 m ³ .
Para el Periodo 1995-2005	10325 habitantes	C= 413,0 0m ³ .
TOTAL	13193 habitantes	Ct= 527,72m ³ .

Por lo tanto, para el año 1995 existirá una demanda acumulada de almacenamiento de:

$C = (183,88 + 114,72) = 298,60 \text{ m}^3$. y para el año 2005 de $C = 711,6 \text{ m}^3$.

Si a esto sumamos lo requerido por las poblaciones a ser abastecidas desde la línea de conducción de Quero que asciende a $537,48 \text{ m}^3$., en total la demanda futura al 2005 será de $C = 1249,08 \text{ m}^3$., resultado que corrobora lo planteado en la Etapa Inmediata del Estudio Definitivo (1987) que proyecta un reservorio de 1500 m^3 . de capacidad. Finalmente si a este déficit le sumamos los requerimientos de CENTROMIN (11 lts/seg.; 200 m^3 . de almacenamiento) resultaría un déficit probable total de 90,23 lts/seg. y un reservorio de $1449,08 \text{ m}^3$. (aproximadamente 1500 m^3 .) de capacidad de almacenamiento. La distribución del servicio de agua potable se realiza mediante las 4077 conexiones (1993) domiciliarias y con 4561 usuarios (28/02/93), de los cuales 3139 (77%) son de uso Residencial, 897 (22%) de uso Comercial y solo 41 (1%) de uso Industrial, según las estadísticas realizadas en el año 1988 y que asumimos que no ha variado significativamente. a la fecha de culminación de esta investigación. Asumiendo un promedio de 5,0 habitantes por vivienda, se tiene que el servicio de uso residencial actual atiende a 15695 habitantes, representando el 53% de la población total, lo que indicaría un déficit del 27% (1100 conexiones) según los índices de atención normativos, (para el caso de coberturas de servicio) y que señala cubrir por lo menos al 80% de la población. Al igual que los casos anteriores si tomamos los incrementos poblacionales ya conocidos se obtendrá el siguiente cuadro tanto para la Etapa Inmediata como para la Etapa I.

CUADRO 1.8

PERIODOS	INCREMENTO POBLACIONAL	CONEXIONES DOMICILIARIAS
-Para el Periodo 1993-1995	2868 habitantes	573,6 ≈ 574 al 80% 459,2 ≈ 460
-Para el Periodo 1995-2005	10325 habitantes	1720,83 ≈ 1721 al 85% 1462,7 ≈ 1463
TOTAL DE CONEXIONES	13193 habitantes	1923 conexiones

Lo que indicaría una demanda acumulada de 1560 conexiones domiciliarias al 1995 (que incluye el déficit al año 1993) y de 3023 conexiones al 2005.

Finalmente, si a este resultado le sumamos los requerimientos de CENTROMIN (4000 habitantes por atender) nos estaría arrojando un déficit de (3023+567) 3590 conexiones domiciliarias futuras necesarias para atender al 100% de la población(11).

1.4.4.3.- Oferta del sistema de alcantarillado

La ciudad afronta en estos momentos un grave problema en relación al alcantarillado. Al tenerse que cambiar las tuberías que se instalaron en 1932 y que se debían haber realizado hace 20 años. Actualmente, el sistema esta constituido por 9 colectores principales que descargan en 2 emisores troncales: el emisor 1 (E-1) con 4 kms. de longitud de diámetro de 12" y con capacidad de 50 lps. y el emisor 2 (E-2) de diámetros variables entre ϕ 12", ϕ 14" y ϕ 16" de 6,0 kms. y con capacidad de 80 lps. (litros por segundo). Los colectores principales, sus diámetros varían de ϕ 8" a ϕ 10" y su capacidad de conducción esta entre 22,2 lts/seg. y 62 lts/seg. Las redes de relleno, constituyen en su mayoría de tuberías de fierro fundido (F°F°) de ϕ 8" en una longitud de 48 km. aproximadamente.

A marzo del 1993, se tiene un servicio total de 2583 conexiones de desagüe. Si consideramos 6 habitantes por conexión, se tendrá que sólo 15498 (52% aproximadamente) de la población esta conectado al sistema de desagüe. Se da cuenta también que casi el 80% del área de la ciudad, evacúa los desagües por el Emisor 1, lo que produciría sobrecargas en dicha línea a mediano plazo, lo que se sumaría al mal estado en que se encuentra en sus tramos finales por la excesiva corrosión. Dentro de las obras proyectadas del Estudio de Factibilidad de 1987, tendientes a resolver en forma integral los problemas derivados de la eliminación de las aguas residuales de Jauja son:

- Mejorar las condiciones de trabajo de los colectores sobrecargados y extender el servicio de alcantarillado a las zonas urbanas actuales, que carecen de él y prever el drenaje de las áreas de posible expansión futura, mediante el diseño de nuevos colectores primarios, redes secundarias, etc.
- Según el informe de factibilidad 1987, las ampliaciones propuestas, comprenden la instalación de 11,96 kms. de nuevos colectores (de ϕ 8" y pequeños tramos de ϕ 10" y ϕ 12") destinadas a reducir el área de aportación del Emisor 1 (Etapa Inmediata 1987-1995).
- Para la siguiente Etapa (1995-2005) se proyecta la construcción de un nuevo emisor E3, para las aguas servidas con una longitud de 2,5 Kms. y capacidad de conducción de 29,9 lts/seg. con descarga directa al río Mantaro.
- Se proyecta para esta etapa una descarga máxima de aguas servidas de 146 lts/seg., por lo cual se plantea la posibilidad de construir, de ser necesario ; lagunas de estabilización de 20 a 25 Has. para realizar un tratamiento del agua previo al vertimiento.

1.4.4.4.- Demanda del Sistema de alcantarillado.

Para el dimensionamiento del sistema de desagüe se considera las mismas bases asumidas para el agua potable, en lo referente a zonificación, densidades y dotaciones. Se considera que el 80% del agua producida, ingresa al sistema de colectores ya que básicamente el tipo de desagües es domestico y también que la población servida es de 80% de la población

total.

a) Caudales de diseños asumidos

Dotación Promedio = 200 lts ./hab./día

Gasto Máximo Diario = 135 % del promedio anual.

Gasto Máximo Horario = 180 % del gasto promedio diario anual

Porcentaje de agua usada que llega a los colectores = 80 % del agua producida.

Con estos datos se tiene que el aporte de desagüe domestico está de acuerdo al siguiente:

CUADRO 1.9 Aportes de desagüe domestico

AÑO	POBLACION SERVIDA		DOTACION DE AGUA POTABLE Lts./hab.día(1)	APORTE AL DESAGUE
	Agua	Desagüe		
1985	24631	19705	45,6	36,5 lts./seg.
1990	28278	22622	52,4	42,0 lts./seg.
1995	32465	25972	60,1	48,1 lts./seg.
2000	37272	29818	69,0	55,2 lts./seg.
2005	42790	34232	79,2	63,4 lts./seg.

(1) Consumo promedio de agua de población servida por sistema de desagüe.

Al no tener datos estadísticos relacionados con las precipitaciones pluviales durante los últimos años, en Jauja, se estima en caudal de escorrentía de 0,15 lps/Has. y solo llega el 20% a la red, asimismo se estima que el volúmen de infiltración es de 0,5 lps/ kms. (Información SENAPA 1982) .Con todos estos datos estimamos que los caudales de diseño para la red tanto para la **Etapa Inmediata** y la **Etapa I** son:

CUADRO 1.10

ETAPAS	Agua de lluvia (lps)	Agua de infiltración (lps)	Consumo domestico (lps)	TOTAL (lps)
1ra al 1995	9,1	15	48,1	72,2
2da al 2005	12,0	20	63,4	95,4

Como conclusión tenemos que los caudales de diseño para la red de desagüe serán de:

CUADRO 1.11 CAUDALES DE DISEÑO

ETAPAS	Q promedio	Qmax diario (*) 1,35	Qmax horario (**) 1,80
1ra al 1995	72,2	89,0	110,70
2da al 2005	95,4	117,6	146,10

(*) $Q \text{ max. diario} = 1,35 * Q \text{ Doméstico} + Q \text{ lluvia} + Q \text{ infiltración}$

(**) $Q \text{ max. horario} = 1,80 * Q \text{ Doméstico} + Q \text{ lluvia} + Q \text{ infiltración}$

Por otro lado, actualmente la Infraestructura existente cuenta con 2583 conexiones domiciliarias que representa aproximadamente al 50% de la población total. Como el requerimiento normativo de servicio (según SENAPA) señala que se debe cubrir el 80% de la población total (4096 conexiones - 24576 habitantes) tenemos un déficit de (24576 - 15498) 9078 habitantes sin servicio, es decir 1513 conexiones, que representa el 30% de la población total. Para 1995 se requerirá de dotar de servicio de alcantarillado a 25972 habitantes, lo que comparado con el nivel de servicio actual , implicarían un déficit probable de servicio (de mantenerse las actuales condiciones) de 10474 habitantes sin servicio al 1995. Para el 2005, siguiendo la misma metodología, el déficit se incrementaría a (34232 - 25972 + 10474) 18734 habitantes sin servicio a este año. Si añadimos los 4000 habitantes de CENTROMIN a trasladarse, el servicio de desagüe debería incrementarse a 22734 habitantes.

b) Tratamiento de las aguas servidas

En la actualidad, las aguas servidas de Jauja, son integradas al río Mantaro, cuyo caudal mínimo mensual entre 1962-1974 fue de 29 m³/seg., lo que significa en la actualidad una dilución de 1:2700 como para no requerir tratamiento de las aguas servidas, sin embargo para el año 2000 se estima que será de 1:290 como mínimo.

Es por las condiciones de dilución actuales (1993) y la descarga máxima proyectada de aguas servidas al río Mantaro (146,0 lts/seg. según el Proyecto de 1987 para el período 1995-2005) que se considera oportuno, el tratamiento de las aguas servidas, previo a su vertimiento al río Mantaro. Estas descargas de aguas servidas originan situaciones insalubres en las orillas y las aguas del mencionado río, pues la presencia en las aguas de sólidos flotantes y altas concentraciones de micro-organismos fecales indicadores de contaminación, originan además de problemas de orden estético, problemas de salud pública. A esto se agrega, además la contaminación por minerales; pues dentro de la cuenca del Mantaro, están ubicados 18 concentradoras mineras, que arrojan diferentes tipos de residuos tóxicos desde su nacimiento, y que han originado por sobre los otros factores contaminantes, la degradación de la Ecología de estas aguas, impidiendo toda forma de vida (desarrollo de la piscicultura) en las aguas del Mantaro. Para resolver los problemas antes mencionados, satisfacer las necesidades de protección del Medio Ambiente y de Salud Pública, al mismo tiempo que se desarrolla un nuevo recurso de agua a través del reuso de las aguas servidas tratadas, es de sumo interés en llevar a cabo un programa urgente para el tratamiento y disposición final de los desagües de la ciudad de Jauja, asignándoles a este proyecto alta prioridad.

El objetivo de este Proyecto, será la eliminación del problema de la contaminación del río Mantaro (aguas abajo del Puente Stuart) desarrollo de una nueva fuente de agua para uso

agrícola y Riego de Parques y la Planificación del Crecimiento de la Infraestructura del Sistema de Alcantarillado de Jauja este último contemplado según el "Estudio Definitivo de Agua Potable y Alcantarillado de Jauja" elaborado en 1987 a solicitud de SENAPA-JUNIN (para el período 1995-2005).

Según dicho programa, se estima, que un estanque de estabilización de aproximadamente 20 a 25 Hectáreas, sería suficiente para tales propósitos; de una adecuada disposición final de los desagües de la ciudad. El estimado se ha hecho en base a una carga de DBO de 300 mgs / lts. (88 a 110 kgs. DBO / Hab / día) . Para seleccionar los sitios más adecuados para la construcción de las plantas de tratamiento, se elaborará un estudio alternativo considerando los esquemas de desarrollo futuro del área, los aspectos ambientales y de reuso del efluente tratado, los esquemas agrícolas y la Planificación Económica del Sistema de Alcantarillado.(Ver fotos 1 y 2)

c) Reuso de las aguas servidas

El aprovechamiento de las aguas servidas tratadas, para uso agrícola dependerá de las características físicoquímicas de las aguas en relación al tipo de cultivo propuesto, por lo tanto se harán los estudios necesarios que justifiquen el reuso del agua en forma económica y segura. Para el uso industrial, se estudiarán las necesidades de cantidad y calidad por tipo de Industria y se efectuarán los análisis para determinar los criterios para la aplicación de los efluentes para Usos Industriales. El plan de reuso para las Industrias se desarrollará teniendo en consideración el Plan de Desarrollo Industrial del área. Sobre la base de los resultados indicados, se desarrollará el Programa de Reuso de efluentes más apropiado y se preparará la Planificación preliminar para las facilidades necesarias del Sistema de Reuso. Será necesario efectuar una evaluación con el uso efectivo de los efluentes y analizar los riesgos de salubridad por el reuso de los mismos. Este proyecto, se desarrollará bajo criterios técnicos y de salud pública, que puedan servir como punta para la confección de un Reglamento dentro del Valle del Mantaro, para el reuso de las aguas servidas tratadas, en agricultura, recarga de acuífero, riego de parques y desarrollos paisajistas entre otras medidas.(11)

1.4.4.5.- Energía Eléctrica

En la actualidad, no existe dentro del área de estudio Proyecto Hidroeléctrico alguno que signifique la utilización actual ó futura del Recurso Hídrico con fines de Generación de Energía Eléctrica. La ciudad de Jauja y principales localidades rurales de la zona son abastecidas de Energía Eléctrica a través de la Subestación "SAUSA" la cual distribuye la energía recibida del SISTEMA INTERCONECTADO CENTRO -NORTE , generada en la Central Hidroeléctrica del Mantaro. La Subestación SAUSA , ubicada en la localidad del mismo nombre (2 kms. al Sureste de Jauja), con 7000 Kws. de potencia instalada, abastece a toda la provincia de

Foto 1: Vista del tendido del Emisor E-3 ejecutada por la Municipio de Jauja (1995) en que se observa las características del terreno así como su escasa pendiente. Al fondo se observa el río Mantaro, lugar donde finalmente se evacuan las aguas servidas sin previo tratamiento.

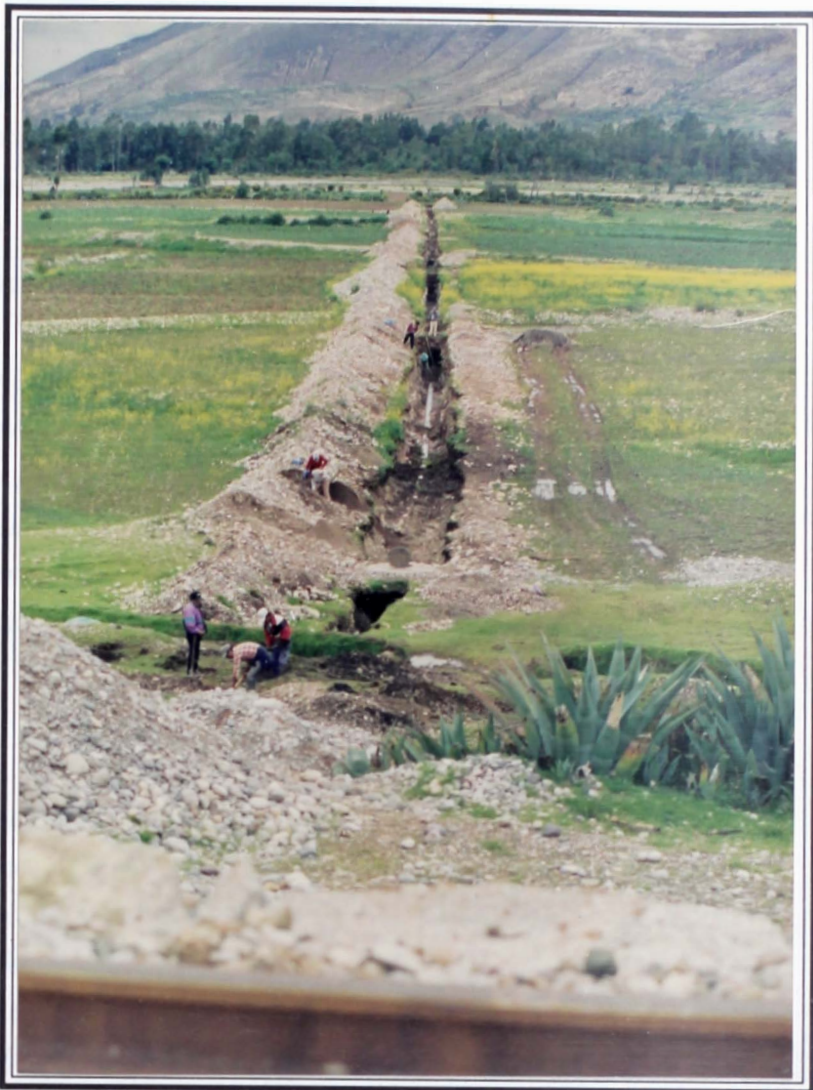


Foto 2: En la vista se observa el Emisor E-2 vertiendo las aguas servidas al río Mantaro. Así también se observa la contaminación de las orillas del río con los basurales arrojados por los pobladores de la zona.



Jauja. En el área de estudio se tiene estimado un consumo energético de 2614 Mwh-año (Megavatios hora al año), para un total de 5450 usuarios ubicados en la Ciudad de Jauja y 11 localidades rurales aledañas. De acuerdo a informaciones proporcionadas en las oficinas de ELECTROCENTRO - JAUJA, entidad que administra el servicio eléctrico de la zona, las localidades de Pacapaccha y Picchapuquio (parte alta del distrito de Paca), serán incorporadas a la red de abastecimiento de energía eléctrica, con un numero inicial de 50 usuarios en cada localidad. Para 1995, el requerimiento normativo en cuanto a generación de Energía Eléctrica alcanza los 2493 Kws. y abastece 32465 habitantes (5410 conexiones) como nivel de cobertura, comparando estos requerimientos con la infraestructura existente nos arroja un superavit de 4507 Kws. pero un déficit en los que respecta al servicio actualmente. Como se ve, la capacidad instalada es suficiente para la demanda actual, pero el factor económico va alejando al poblador cada día de la posibilidad de contar con este servicio. En la actualidad hay instalados 1744 conexiones.(1)

1.4.4.6.- Saneamiento

En relación a las basuras, estas son arrojadas al río Mantaro, después de ser recolectadas por los camiones del Municipio y que tienen un rendimiento de 30 m³. diarios aproximadamente, las que son recolectadas por tres camiones del Municipio, 2 de 3m³ y 1 de 4 m³ y que realizan cada uno 3 viajes distintos.

Para un mayor aprovechamiento de la basura, la que actualmente se arroja al río Mantaro, se propone la implementación de rellenos sanitarios. Se debe ubicar al Noreste de la ciudad, ya que los vientos predominantes van del Sureste al Noreste.

A continuación se presenta en el siguiente cuadro el déficit de servicios proyectados al año 1995 y 2005 en los diferentes servicios que se presta a la Comunidad de Jauja en lo referente al agua potable y alcantarillado (cuadros 1.12 y 1.13)

1.4.5.- Infraestructura vial y de transporte

En la época Colonial y a comienzos de la República, la ciudad era punto de llegada de varias rutas. Jauja se ubica en la ruta de la carretera central que conduce al Sur hacia Huancayo, Huancavelica y Ayacucho, y al Norte directamente hacia la Oroya y a la Capital por la Carretera Central, así también como a las regiones Amazónicas por las vías Concepcion-Satipo y Tarma- San Ramon- La Merced.

De Jauja, otra carretera conduce igualmente hasta la ciudad de Tarma, de donde se llega a la Selva Central y a los centros de colonización de Chanchamayo, Villarica, Oxapampa, Satipo, etc. Este último eje vial tiene una importancia particular en el contexto de la migración hacia las regiones Amazónicas, como en el abastecimiento de las poblaciones y ciudades del Valle del Mantaro en productos tropicales (frutas, café, madera, etc.) Existe también una vía de

CUADRO 1.12

DEFICIT DE SERVICIOS VITALES QUE SE OFRECEN EN LA CIUDAD DE JAUJA AL 1995

SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	REQUERIMIENTO AL 1995	INFRAESTRUC. EXISTENTE AL 1993	DEFICIT O SUPERAVIT
FUENTE	61 lts/seg.	78,5 lts/seg.	+ 18,39 lts/seg.
ALMACENAMIENTO	1298,60 lts/seg.	1000 lts/seg.	-298,60 lts/seg.
DISTRIBUCION	5283 conexiones 31698 habitantes	4077 conex. 24462 hab.	+ 1206 conex. 7236 hab.
RECOLECCION (DESAGUE)	4329 conexiones 25972 habitantes	2583 conex. 15498 hab.	- 1746 conex. 10474 hab.

CUADRO 1.13

DEFICIT DE SERVICIOS VITALES QUE SE OFRECEN EN LA CIUDAD DE JAUJA AL 2005

SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	REQUERIMIENTO AL 1995	INFRAESTRUC. EXISTENTE AL 1993	DEFICIT O SUPERAVIT
FUENTE	79,23 lts /seg.	18,5 lts/seg.	61,50 lts/seg.
ALMACENAMIENTO	2250,98 lts/seg.	1000 lts/seg.	-1150 lts/seg.
DISTRIBUCION	6774 conexiones 40464 habitantes	4077 conex. 24462 hab.	- 2667 conex. 16002 hab.
RECOLECCION (DESAGUE)	5705 conexiones 34232 habitantes	2583 conex. 15498 hab.	-3122 conex. 18734 hab.

comunicación de herradura, que permite pasar directamente en 8 horas de camino de Pancan hasta Tambillo (pasando por Ricran), lugar ubicado en ceja de Selva en la vertiente Este de la Cordillera Oriental, y hasta Monobamba, pequeño centro productor de caña de azúcar, ubicada a 2500 msnm. Actualmente este itinerario es utilizado para conducir animales destinados a la venta desde Paca hasta Tambillo, de donde se trae frutas y legumbres tropicales que son comercializados en el mercado de Jauja.

Otra vía alternativa se presenta en tramo comprendido entre Huertas y Uchubamba (1830 msnm) (pasando por Molinos, Quero y Curimarca según proyecciones) para finalmente llegar a Monobamba (figura 3).

Esta carretera hacia la Selva se esta avanzando actualmente con los escasos recursos provenientes de la Municipalidad de Jauja. Todas estas facilidades de acceso, tienen que ser puestas en relación con la gran movilidad de los habitantes de la zona norte del Valle del Mantaro y que se encuentran en el área de influencia de Jauja y también por la vocación turística de la Laguna de Paca que debe ser objeto del impulso constante de parte de las autoridades Provinciales y Regionales.

Así, de esta manera la provincia de Jauja con sus 33 distritos se convertirían en nuevo punto de paso directo (sin pasar por Concepcion ó Tarma) hacia la Selva teniendo al conjunto Urbano San Ramon - La Merced y Satipo como nexos de apoyo a mediano plazo y las ciudades por colonizar de Atalaya y Puerto La Esperanza como largo plazo (2050). Todas estas acciones estarían encaminadas, de ponerse en ejecución, a desarrollar el potencial eje geopolítico de Integración "Lima - La Merced - Atalaya - Puerto Esperanza" cuya habilitación debe ser base de toda estrategia de desarrollo hacia el interior. Esto último se ve con más detalle en el acápite referido a la Geopolítica Interna del Perú. En la actualidad podemos distinguir varias categorías de vías y son las siguientes:

- 1.- Inter-regional :** La mas importante es la que viene de Lima y va para Huancayo. La margen izquierda de esta vía bordea Sausa la de mayor uso, es la que viene de Huancayo por la margen derecha y la de menor frecuencia es la de Tarma, esta vía esta afirmada y en buen estado.
- 2.- Inter-distritales :** por las que llegan los pobladores de sus distritos y los productos que se dan a los mismos. Entre ellos tenemos : la que viene de Tarma que une el Valle de Yanamarca, que es el mayor abastecedor, las que vienen de Paca, Pancan, Yauli, Huertas, Molinos y de Masma, Huancan. La vía es afirmada y en mal estado.
- 3.- Vías urbanas de primer orden :** Son los jirones por donde se da mayor circulación en la Ciudad. A esta categoría pertenecen la Av. Ricardo Palma, el Jr. Junin, y el Jr. Bolivar, desde el Jr. Tarma hasta el Jr. Aviacion, por ser las vías de paso para Tarma y Huancayo. Es necesario replantear estas vías a fin de proteger las calles que se encuentran dentro de la zona Monumental de la Ciudad restringiendo su uso solo a vehículos ligeros (autos, camionetas).

4.- Vías urbanas de segundo orden : son las vías que sirven de paso hacia la ciudad; del flujo de los distritos : La llegada de Yauli por Motto Vivanco, hasta Grau, por esta hasta Juliaca y de allí hasta el Jr. Colina por el cual se sube hasta San Martín y se llega al Mercado ubicado entre Cáceres y 23 de Abril.

Asimismo en Yauyos, la vía procedente de Huancas que llega por Miraflores.

5.- Vías urbanas de cuarto orden : son aquellas que unen las de primer orden con las vías internas de cada sector. Jauja se une además con la Capital de la República y Huancayo por vía férrea, que llega a un área periférica al centro de la Ciudad.

Las vías asfaltadas son : La Carretera Central, La Av. Ricardo Palma y vía a Paca, las cuales se encuentran en regular estado por falta de mantenimiento.(Ver Lámina 1.2)

En el Distrito de Jauja un 90% de sus vías de áreas consolidadas están pavimentadas, en Yauyos y Sausa solo en un 5%. El mayor uso de las vías es peatonal por las distancias cortas a recorrer. El transporte interno por el momento está en pequeña escala (micros y mototaxis). El perfil de las vías varía de 8 metros. en la zona Monumental; a 24 metros en la zona moderna comprendida entre la Av. Ricardo Palma y el Tajamar en proyección al Estadio Municipal.(1)

1.4.5.1.- Transporte Terrestre

El transporte terrestre a nivel interregional está representada por una serie de Líneas Interprovinciales que vienen tanto de la capital como de Huancayo, Tarma, Satipo, La Merced y viceversa. Entre ellas tenemos a las Empresas de Transporte Hidalgo, Etucsa, Gutarra, Huaytapallana, Los Andes, etc. El transporte entre Jauja y Huancayo es más intenso y es cubierto mediante comités de microbuses que circulan, por ambos márgenes del Río Mantaro, siendo la más rápida la margen derecha debido a su mejor estado de conservación. En la actualidad se está realizando la rehabilitación de la carretera margen izquierda, que dicho sea de paso es la más atractiva turísticamente.

Este tipo de transporte de pasajero se ha constituido en un problema en el Valle, debido a la alta proporción que representa en el parque automotor y a su reducida capacidad de transporte. Es necesario optar por ello; de unidades de servicios más amplios y modernos que podría reforzarse en un futuro mediante, el transporte ferroviario, en horas punta de servicios, entre Jauja y Huancayo o viceversa. Finalmente se plantea reforzar la vía llamada de Evitamiento en actual ejecución y que evitara el ingreso de los medios de transporte pesado a la zona central de la Ciudad (Zona Monumental). Como se puede ver en la lámina 3, el propósito es que los medios de transporte que regresan de Huancayo por la margen izquierda ó derecha (y viceversa) crucen directamente por el lado NE de la Ciudad (pasando por el Aeropuerto) y enpalmando finalmente con la antigua carretera que se comunica con Tarma (actualmente en reparación), pasando por el Valle de Yanamarca. En caso de realizar estadía en Jauja, lo realizara ingresando por la Av. Luis Bardales donde se ubicara el nuevo

Terminal Terrestre, con los nuevos paraderos Interprovinciales; descongestionando así los paraderos actuales ubicados en el Jiron Tarma, Av. Motto Vivanco-Plaza Santa Isabel en las Avenidas Huancayo y 28 de Julio; permitiendo más fluidez de la circulación y protegiendo a la Zona Monumental de los Distritos de Jauja y Sausa (trama Preinca) principalmente. De esta forma esta vía tendrá el caracter de Interregional, pues integrara los tres distritos que la conforman con el resto de ciudades del Valle del Mantaro y su principal mercado Lima con quien se interrelaciona (Urbano-Rural) y comercializa.

1.4.5.2.- Transporte Aereo

La Ciudad de Jauja cuenta con un campo de aterrizaje mediante el cual se conecta la capital del Departamento con la Capital de la República. Las características de las pistas son las siguientes: Es de tierra con material afirmado, de 3000 mts. de largo y de 50 mts. de ancho, y situado a 3320 msnm. En la actualidad, solo es utilizado en casos coyunturales como huaycos, visitas oficiales y militares. Se encuentra administrado por la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviacion Comercial (CORPAC). Sus actuales dificultades se deben a la falta de equipamiento y servicios complementarios.

El Aeropuerto de Jauja, podra en un futuro mediato contar con una pista de aterrizaje de 3500 x 45 mts., para recibir naves hasta del tipo BOEING 727-100, que favorecera en un mediano plazo el servicio de carga y pasajeros y un gran impulso al turismo receptivo en todo el Valle del Mantaro.

1.4.5.3.- Transporte Fluvial

De concretarse la primera Etapa del Proyecto; culminación del trazo de la Carretera Jauja-Monobamba, sería factible el aprovechamiento de los ríos Ene y Perene y algunos afluentes para intensificar los Servicios de carga y pasajeros, hasta que la Infraestructura Vial que permita la articulación definitiva con este nuevo Polo de Desarrollo se concrete. Por el momento el Transporte Fluvial destinado para Servicios Turísticos básicamente esta localizado en la Laguna de Paca. La navegación Fluvial en el río Mantaro por el momento no es viable.(4)

1.5- Conclusiones

1) Los estudios de microzonificación tienen por objeto delimitar las zonas con diferente comportamiento geodinamico (interna y externa) dentro de una ciudad o una región concreta considerando las condiciones locales de los suelos de cimentación. Pretenden por tanto, conocer con detalle la respuesta que un área determinada puede ofrecer a una perturbación del tipo sísmico, geológico, geomorfológico, etc. Para conseguirlo es necesario analizar la sismicidad de la zona y sus características geológicas y topográficas, así como las

propiedades geotécnicas y dinámicas de los suelos.

2) La microzonación es una técnica pluridisciplinaria que exige la colaboración de geofísicos, ingenieros civiles y geólogos. Como resultado, estos trabajos en si mismos ó vinculados a la microzonación general de riesgos naturales(inundaciones, deslizamientos, huaycos,etc.) proporcionan un criterio fundamental para la planificación de obras civiles críticas: presas, centrales hidroeléctricas, puentes, etc. Son por tanto un elemento decisivo para la correcta ordenación del territorio y la prevención de daños.

3) Es un imperativo habilitar el trapecio Mantaro - Pachitea - Ucayali - Tambo, pues sera la clave a una nueva geo-estrategia de interiorización y que tendrá sobre su línea media el Valle del Mantaro, que es el espacio de mayor potencial para la eventual ubicación de la nueva capital. De esta forma se estimulara la penetración técnica hacia los Andes y la Selva, fortaleciendo la identidad Nacional.

4) La actividad agropecuaria es la más importante del área de estudio por ser la principal fuente de trabajo y de provisión de alimentos, representando un aporte significativo a la formación del capital en el área de estudio. La producción, se desarrolla dentro de un marco propio de la región, resultado de las condiciones topoclimaticas y patrones socioculturales y técnicos. La producción agrícola satisface las necesidades de la población y el excedente se oferta al mercado local, regional y extraregional. En la producción agrícola el cultivo de papa es el que recibe mayor apoyo tecnológico y en la actividad pecuaria, la explotación vacuna.

5) La escasa oferta de viviendas, en el mercado inmobiliario de la ciudad, ya ha surtido sus efectos, encontrandose que la población residente en viviendas subdivididas, tugurizadas, bajo el sistema de alquiler ha comenzado a invadir las áreas periféricas de la ciudad, expuestas a peligros y de uso agrícola, situación que debe merecer la atención de los administradores urbanos a fin de no permitir el desborde de la población en estas áreas vulnerables.

6) La ciudad de Jauja ha requerido, en 8 años (1988-1995) de 2529 unidades de vivienda (entre déficit más acumulados) donde la demanda insatisfecha acumulada, esta representada por los sectores socio-económicos más deprimidos (estrato socio-economico bajo y medio bajo) localizados en mayor grado de concentración en los asentamientos marginales de la ciudad y en el largo plazo (1988-2005), los requerimientos se estiman en 2897 unidades de vivienda de acuerdo a los datos de población.

7) El Sistema capta sus aguas de 2 manantiales ubicados fuera del área de estudio el "Quero Punko Machay" (4027,5 msnm) con una disponibilidad para uso poblacional de 40 lts/seg.,

que es totalmente por gravedad y no tiene dificultades en su operación y mantenimiento. Adicionalmente, este sistema puede ser ampliado fácilmente, ya que la fuente lo permite, con cambio de diámetros en la línea de conducción, según las necesidades de la población. Y el "Yuraccunya" (3640,2 msnm) con una disponibilidad de 38,5 lts/seg. situado 55 Kms. al sur de la ciudad. Estas dos fuentes brindan amplias garantías hasta el año 2000. La alternativa Juntaisama es compleja en su sistema operativo, por el momento no es la más económica. Es necesario actualmente rehabilitar la estación de bombeo con el fin de suministrar agua a los distritos de Huaripampa, Muquiyauyo y Mito, dejando el Manantial YURAC-CUNYA para abastecer exclusivamente a la ciudad de Jauja.

8) Para el caso del sistema de alcantarillado se cuenta con redes domiciliarias, que no cubren totalmente la cobertura proyectada, razón por la cual es necesario extender su servicio y mejorar las existentes según como se señaló anteriormente. Estas redes confluyen en dos emisores E-1 con descarga de 35 lts/seg. y E-2 de 20 lts/seg. que se vierten en forma directa al río Mantaro. Por este motivo se plantea para la Etapa 1995-2005, la construcción de Lagunas estabilizadoras de 20 a 25 Has., para realizar un tratamiento del agua previo al vertimiento y disminuir su contaminación.

1.6.- Recomendaciones

1) Se efectuaran estudios de microzonificación para limitar la expansión urbana de las ciudades más importantes de una región, esto permitirá además; verificar su vulnerabilidad frente a los desastres naturales que la amenazan. Es decir debe realizarse a escala de los asentamientos individuales y proporcionar información sobre las zonas más seguras o más peligrosas. Esta técnica debe utilizarse tanto en las zonas ya urbanizadas como en las zonas en que son probables los asentamientos futuros.

2) Concientizar a los profesionales de las diferentes disciplinas encargadas de llevar adelante la estrategia de la microzonificación en el planeamiento urbano(ingenieros, arquitectos, geólogos, planificadores y otros), para ejecutar acciones conjuntas y obtener así una mayor responsabilidad y seguridad de lo planeado.

3) Promover la enseñanza del Riesgo Sísmico en las Facultades y Escuelas de Arquitectura ubicadas en estas zonas sísmicas, como asimismo promover la investigación de la ingeniería antisísmica en relación con la preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbanístico ya que existen algunas edificaciones de la época Colonial y Republicana en varias ciudades del Valle del Mantaro que serian necesario su conservación con fines turísticos y de ornato.

4) Conceder a las estructuras dañadas niveles de resistencia ó ductilidad mayores de las que

poseen, pues si bien las características de los monumentos históricos que permanecen hasta nuestros días, son tales que han podido soportar una tan importante actividad sísmica (como probablemente les corresponda soportar en el futuro), ellas vienen sufriendo un proceso de degradación que es irreversible. Esto significa desarrollar soluciones en base a la tecnología moderna (sismoresistente) de forma que manteniendo fijas las formas estructurales y su apariencia exterior, sea posible mejorar su respuesta ante sollicitaciones sísmicas.

5) Se debiera proceder a la construcción del reservorio apoyado, proyectado de 1500 m³. de capacidad, asimismo se deberá proceder al tendido de las redes de relleno de agua, pues la infraestructura actual no cubre las necesidades de un sector de la población. Este nuevo reservorio, permitirá bajar la carga sobre la línea que es de 70 a 50 metros de presión, y trabajar en mejores condiciones hidráulicas y de acuerdo a la clase A-75 existente.

6) Se recomienda efectuar un Catastro General de las conexiones de agua y desagüe, con el fin de detectar las conexiones clandestinas y proceder al cambio de los tramos afectados por desgaste, así como codos, válvulas y grifos.

7) Se estudiara el potencial del reuso de las aguas servidas tratadas, para la Agricultura, Silvicultura, recarga del acuífero e irrigación de parques. Además se evaluarán otros reusos posibles del efluente para fines industriales y domésticos, así como se efectuarán las recomendaciones sobre el Plan de reuso más efectivo de los efluentes.

Capítulo 2

GEOLOGIA

A) MARCO TECTONICO Y GEOLOGICO DEL PERU CENTRAL

2.1.- Introducción

En América del Sur se diferencian desde el punto de vista geotécnico, dos ámbitos: una Oriental, estable que forma la mayor parte del Continente, y que tiene una historia que se remonta en los núcleos más antiguos por sobre los 3,000 millones de años y otro, que forma la franja Occidental, activa en la que se concentró la actividad orogénica durante la época FANEROZOICA, o sea, desde hace aproximadamente 600 millones de años.

Las características del Margen Occidental del Continente corresponden a las de una zona de convergencia y subducción de placas corticales. En la actualidad "chocan" contra la placa continental de América del Sur las placas oceánicas de "Cocos", en el extremo norte, "Nazca", a lo largo de la mayor parte del borde continental, y "Pacífico Antártica", en el extremo Sur. Este tipo de zonas es característicamente activo desde el punto de vista sísmico y volcánico. A lo largo de ellas se desarrollaron sistemáticamente profundas fosas oceánicas y cadenas de montañas. Estas últimas son el resultado de una prolongada evolución geológica estrechamente ligada a las características locales y regionales del proceso de convergencia y

subducción de placas desarrollado a lo largo del margen continental.

A lo largo del borde activo de América del Sur se desarrolló el cordón andino ó Cordillera de los Andes, la cual forma parte del denominado "Cinturón de Fuego del Pacífico". Los rasgos más jóvenes dentro de la evolución de esta cadena de montañas permiten diferenciar a lo largo de su eje, diferentes segmentos cuyos límites coinciden con aquellos de las Placas Oceánicas que subductan el Continente.

Se distinguen de este modo: los Andes del Norte, los Andes Centrales y los Andes Australes.

Los Andes Peruanos comprenden la mitad sur aproximadamente de los Andes del Norte y la totalidad de los Andes Centrales. La región central del Perú, que fue afectada por los terremotos del 24 de Julio y del 01 de Octubre de 1969 (Huaytapallana), se encuentran en la parte sur de los Andes Centrales (1).

Los sismos peruanos, se concentran en su gran mayoría a lo largo de la zona de subducción, se trata, por lo tanto, de sismos localizados en el contacto entre dos placas corticales (sismos interplacas). Los sismos localizados dentro de una u otra de las dos placas (sismos intraplaca) son menos frecuentes. Los sismos cercanos a la costa, producidos en la región de inflexión de la Placa Oceánica, o sea, donde ésta se dobla para iniciar su hundimiento bajo el Continente (sismos intraplaca), pueden haberse producido cuando no existían instrumentos que permitieran precisar el epicentro, ni el mecanismo de foco, no pudiéndoselos diferenciar de sismos producidos en la parte más superficial de la zona de subducción. Un ejemplo relativamente reciente es el sismo del 31 de Mayo de 1970, cuyo epicentro se localizó en el mar a 30 Kms. de la ciudad de Huarmey, localidad ubicada a 120 Kms. de la Cordillera Blanca, zona en la cual se ubican una red de fallas recientes (cuaternarias) que bordean el flanco oeste de la misma.

2.2.- La NEOTECTONICA, sus metodos y finalidades

El desarrollo de la Sociedad Industrial ha sido acompañado por un esfuerzo redoblado de las ciencias de la Tierra, destinado a prevenir los desastres asociados con los sismos; sus efectos en las obras de infraestructura, así como la protección de la vida y del medio ambiente.

En este marco, la Neotectonica aparece como el estudio de las deformaciones recientes de la corteza terrestre originadas por fuerzas tectónicas (endógenas).

El término reciente, debe entenderse como el momento que nos permite comprender la dinámica actual de la zona de interés que frecuentemente comprende el Cuaternario y una parte variable del período del Neogeno, (últimos 5 a 10 millones de años).

En los estudios Neotectónicos, concurren diversas disciplinas como la geomorfología, el análisis estructural, la microtectónica, la sedimentología, la geodesia, y utilizan datos suministrados por otros como la geofísica, la geoquímica isotrópica, la climatología entre otros.

La aplicación primera de la Neotectónica es el estudio de las Fallas Activas, en el cual se

complementa con la Sismotectónica. Estos estudios tienden a evaluar el potencial de reactivación de las fallas recientes y activas, lo cual es indispensable para el diseño y construcción de obras civiles. (2). El propósito de este capítulo es indicar el estado de avance de la Neotectónica en la zona central del Perú. Para ello, se analiza la evolución geodinámica entre 40 M.A. y la actualidad, las estructuras cuaternarias de la zona, las fallas activas, así como un esbozo del campo de esfuerzos superficiales que actúan en la Corteza Andina (3). Precisamente en la figura 1 se puede observar la Neotectónica en los alrededores de la ciudad de Jauja y que fue extraído de la Carta Neotectónica de la cuenca de HUANCAYO preparado por Jean Luc Blanc y el cual se detallara mas adelante en el acápite referido a la estratigrafía de los cortes realizados en este estudio de investigación.

2.3.- Distribución geográfica de la tectónica reciente y actual en extensión y compresión

Mediante el análisis microtectónico se pudo obtener las características de las deformaciones cuaternarias en el Perú. Los resultados de los análisis microtectónicos preliminares indican que en general los ejes de extensión obtenidos son de dirección N-S, mientras que los ejes compresionales algunas veces son E-W y otras N-S. Estos resultados ploteados en el mapa del Perú se puede ver que la mayor parte de la Cordillera Andina, se caracteriza por deformaciones extensionales, mientras que la región sub-andina y la zona de Huancayo son del dominio compresional.

Por otro lado, todos los altos ramales cordilleranos que muestran evidencias de levantamientos reciente ó activo, tienen fallas cuaternarias ó activas en sus cercanías. Uno de los mejores ejemplos es el de la falla del Huaytapallana. Al nivel de la fosa marina del Perú, los datos de mecanismos focales (Stauder, 1975) muestran un ambiente compresional caracterizada por una dirección de compresión de E-W. Así podemos ver el dominio con tectónica en extensión esta bordeado por zonas con tectónica en compresión. Por lo tanto, la trayectoria de los esfuerzos superficiales, horizontales podría ser:

°Compresionales; y E-W en el límite de la margen del Continente Sudamericano.

°Extensionales, y N-S en los Andes y de nuevo

°Compresionales, y E-W (Centro) ó N-S (Sur)

Al norte de la deflexión de Abancay, el dominio con tectónica en extensión es más reducido que en el Sur ya que el dominio compresivo oriental alcanza las cuencas intracordilleranas.

Por lo tanto, la repartición geográfica de los dominios tectónicos no es una consecuencia de la topografía [figura 2]

2.4.- Deformaciones cuaternarias de la cuenca de Huancayo

La existencia de deformaciones cuaternarias en la cuenca , ha sido establecida desde mucho

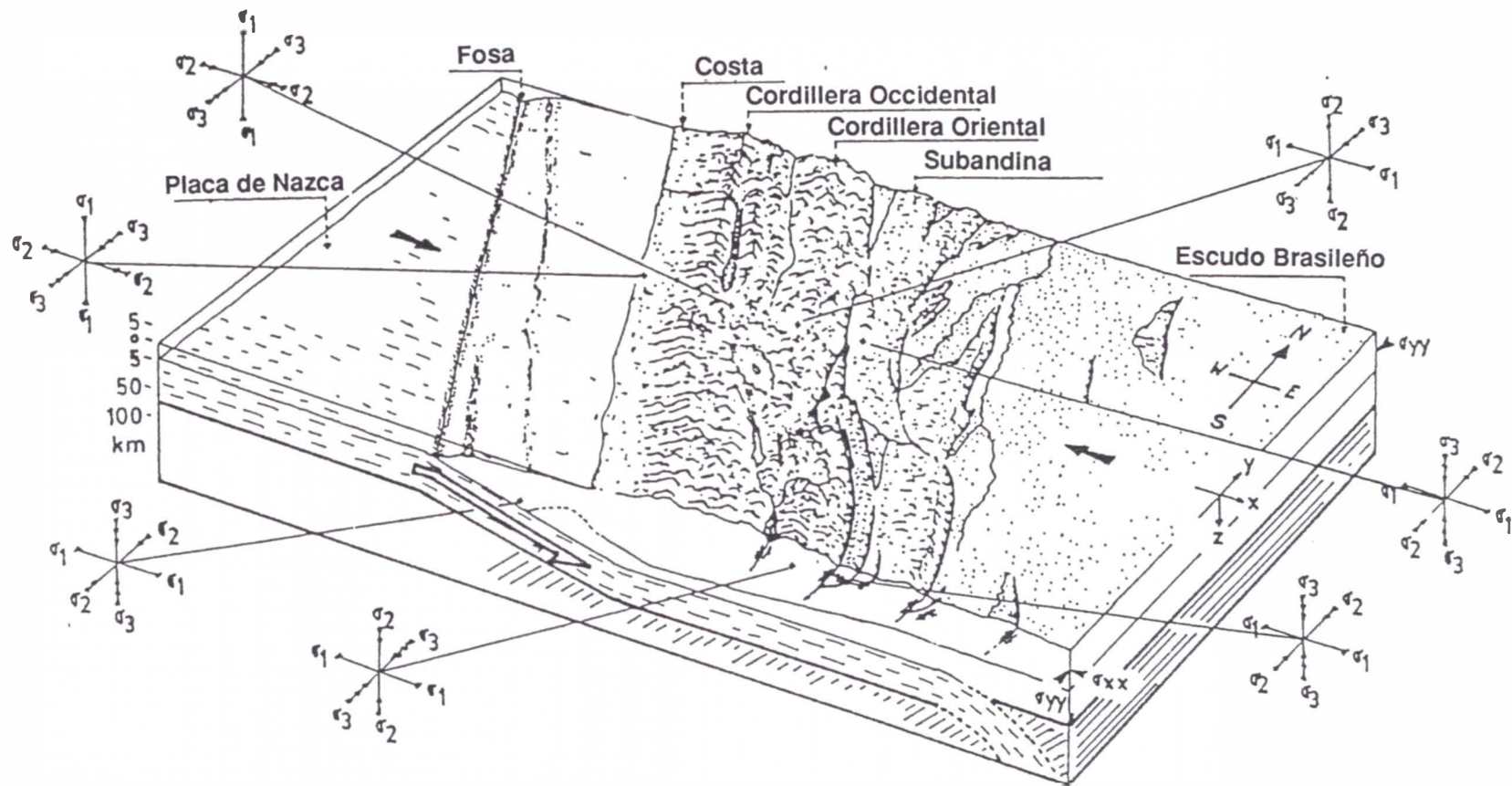


FIG.-2 ESTADO DE ESFUERZOS EN EL PERU CENTRAL A PARTIR DE DATOS MICROTECTONICOS - (Despues de Sebrier 1988)

Fuente: Champ de Contrainte au dessus d'une Zone de Subduction / Michel Sebrier

tiempo (Dollfus y Megard, 1968; Megard, 1968; Soulas, 1975; Megard y Sebrier, 1980). Posteriormente dichas formaciones fueron revisadas en los trabajos de Neotectónica realizadas en 1981 y 1982 por Jean Luc Blanc y J. Cabrera.

Una de las características de la deformación reciente de la zona de Huancayo es que, a excepción de la falla de Huaytapallana, se ubica solamente en la parte Oeste de la Cuenca, es decir, mayormente en la margen derecha del río Mantaro. Su segunda característica importante es la predominancia de los pliegues respecto a las fallas o mejor dicho de la deformación dúctil respecto a la deformación frágil.

Es posible que esta flexibilidad de la deformación en superficie, en la cual participan largamente el substratum Antemioceno, sea la respuesta al rejuego de accidentes más profundos.

Para resumir de una manera muy simplificada la historia tectónica de la cuenca de Huancayo se presentan a continuación los siguientes puntos de análisis que nos permitirá tener una mayor visión desde el punto de vista geológico de la zona central del Perú.

2.5.- Zonas morfoestructurales del Perú central incluidas en el area de estudio

Los inmensos Andes del centro del Perú están subdivididos comunmente en tres zonas que difieren una de otra según su morfología y estructura: La Cordillera Occidental, la Alta Meseta y la Cordillera Oriental. Estas zonas están separadas una de otra por un gran sistema de fallas orientadas al NO/ SE cuya historia Mesozoica y Terciaria muestra varios episodios tectónicos.

La Cordillera Occidental contiene rocas marinas Mesozoicas plegadas y encerradas, cubiertas disconformemente por una inclusión moderada para no disturbar las rocas volcánicas Terciarias. Más aún, este es el lugar donde ocurre la mayoría de las actividades magmáticas del Oligo-Mioceno. El volcanismo está ausente en estos momentos debido a la forma subhorizontal de la losa sustraída.

Las Altas Mesetas están formadas por rocas marinas Mesozoicas (moderadamente plegadas y encerradas), y por rocas del Paleógeno continental, cubiertas por volcánicos del Mioceno indeformados.

La Cordillera Oriental está principalmente formada por rocas del Paleozoico y Precambriano falladas y plegadas. El contacto entre las Altas Mesetas y la Cordillera Oriental esta cubierto por cuencas ó valles Cenozoicos orientados al NO-SE (de norte a sur: Los Valles de Junín, Huancayo y Ayacucho). Dentro del área en estudio, viendo las estructuras en gran detalle, encontramos los siguientes datos de Oriente a Occidente:

***La Altas Mesetas de los Altos del Mantaro.-** Esta zona presenta una geometría muy simple, con cilíndricos y largos pliegues de longitud de onda cuyos ejes, avansando de N135° a N150°, podrían continuar por algo más de decenas de kilómetros.[figura 3]

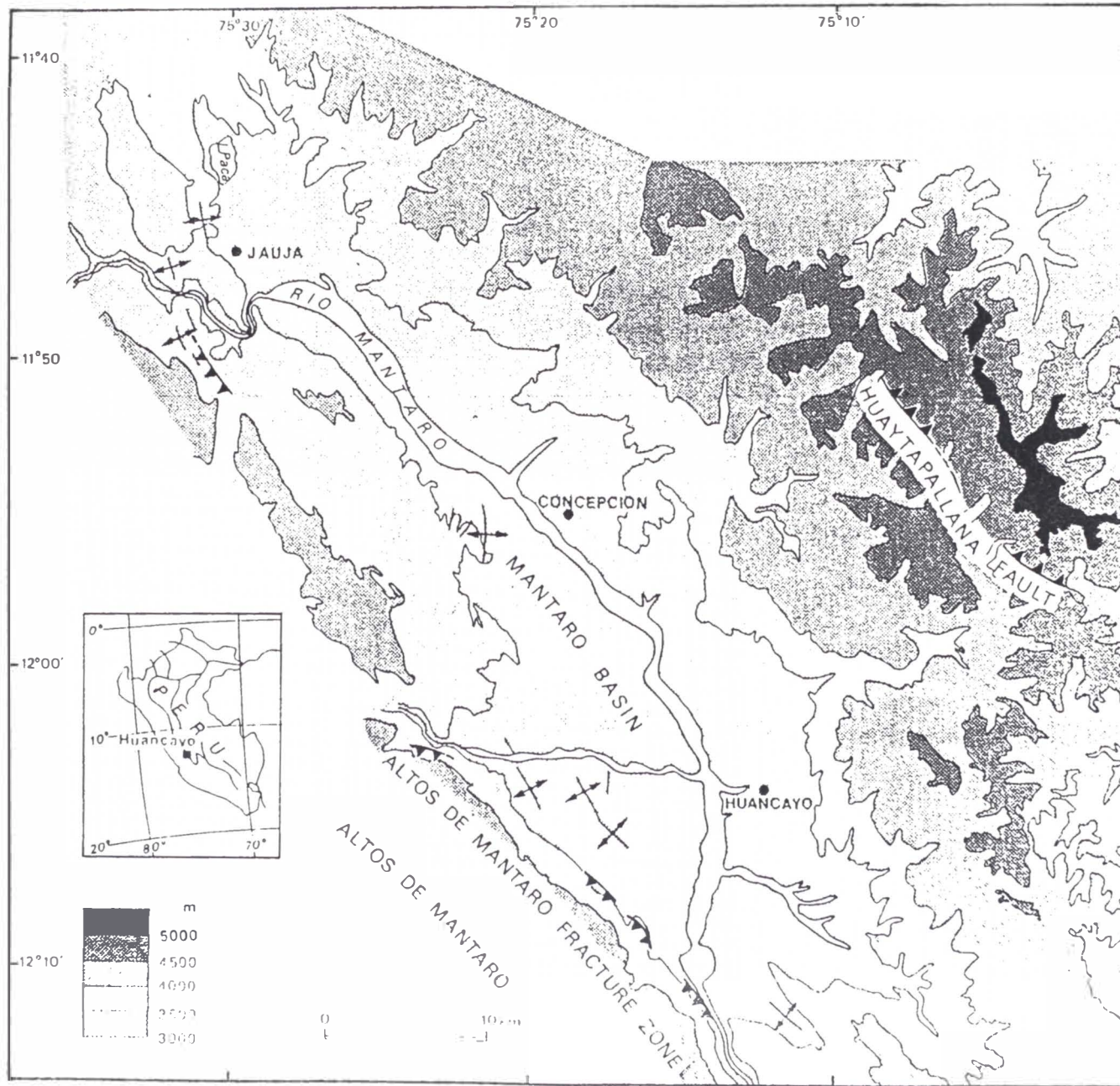


FIG.- 3 MAPA TOPOGRAFICO Y TECTONICO DEL AREA DE ESTUDIO

Se observa que el Valle es asimetrico, tornandose mas delgado en el borde Oeste. Las fallas inversas se indican por lineas dentadas, los anticlinales por ejes. La Falla del Huaytapallana se observa a la derecha.

Fuente: Neotectonique et Sismotectonique des Andes du Perou Central Dans la Region de Huancayo - Jean Luc Blanc

***La zona de fallas de los Altos del Mantaro.-** Mégard (1978) y Blanc (1984) proyectaron un sistema discontinuo de fallas sobre el borde suboccidental del Valle del Mantaro, los cuales pueden continuar desde los 12° S bajando hasta al menos 12°30'S. Estas fallas inversas tienen una dirección general de N140° y buza hacia el suroeste. Ellos no muestran una clara evidencia de actividad reciente.[figura 3]

***El Valle del Mantaro.-** Este es un valle asimétrico cuyo lado Sur occidental es más empinado que su lado Nor-Oriental. Las rocas del Valle en su lado Sur-Occidental ha sido fuertemente deformadas por la actividad de la zona de fallas de los Altos del Mantaro durante el último Plioceno Cuaternario. Simultáneamente un levantamiento de la Meseta de los Altos del Mantaro ocurrió. Sin embargo, el borde Nor-Oriental no muestra ninguna evidencia clara de deformación, y no está separado de la Cordillera Oriental por alguna zona de fractura -la zona de fallas de Ricran y la zona de fallas del Huaytapallana son parte de la Cordillera Oriental.[figura 3]

***La zona de Fallas del Huaytapallana.-** Este es un sistema de fallas activo de 30 Km de longitud NO - SE, buzando cerca de los 50° al Noreste, ubicado al lado Sur occidental de la Cordillera de Huaytapallana, la cual tiene una altura final de 5500 metros. Datos geológicos e imágenes de satélite indican que su longitud podría alcanzar hasta 100 Kms.[figura 3]

Las características sismotectónicas de la región en estudio no fueron conocidas sino recientemente, siendo Mégard (1978) el primero en producir una síntesis estructural detallada de los inmensos Andes del centro del Perú. Philip y Mégard (1977) estudiaron las rupturas de superficie de los sismos de Huaytapallana de 1969. Por su parte J. Luc Blanc (1984) completó estas últimas observaciones y añadió un número de medidas tectónicas alrededor del Valle del Mantaro. Por otro lado Suarez condujo un estudio microsísmico en la región con un sistema local diseñado para grabar la capa del terreno y la actividad de la zona sustraída simultáneamente.

B) MARCO TECTONICO Y GEOLOGICO A NIVEL LOCAL

2.6.- Estratigrafía de la zona Norte de la cuenca de Huancayo

Después de haber visto las condiciones geológicas a nivel regional de la cuenca para esta parte del presente capítulo se tratará sobre las condiciones geológicas de la zona de estudio a nivel local en el que se considera las condiciones geológicas más recientes (NEOTECTONICA) estudiadas por J.L. Blanc, 1984 (5) y en el que se propone un nuevo dispositivo estratigráfico para la cuenca de Huancayo.

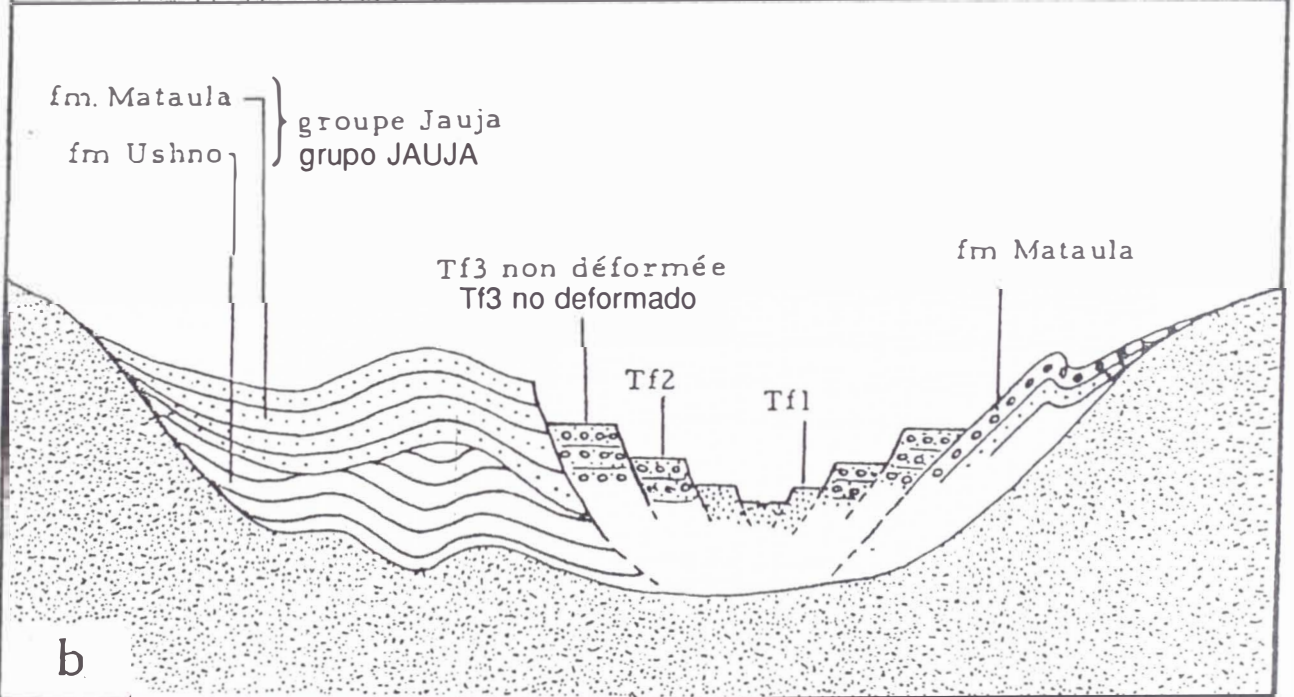
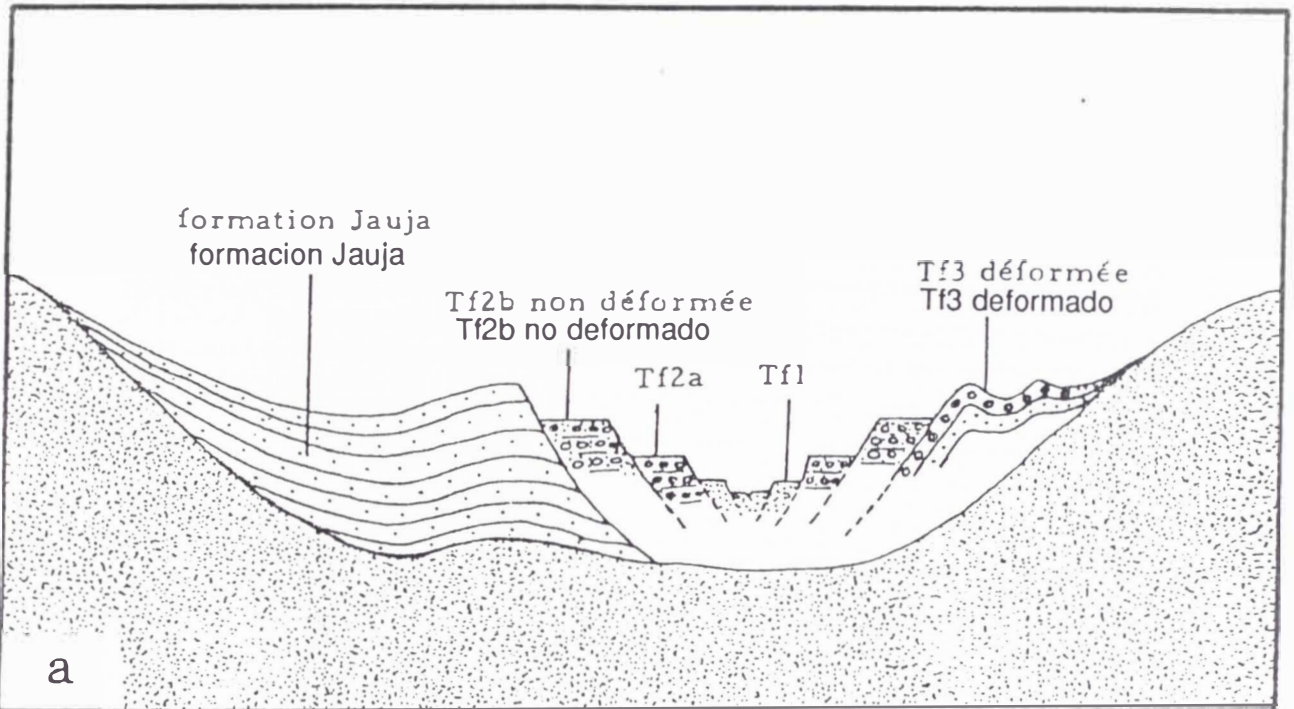
Al hacer un repaso de los primeros estudios de la geología del Perú Central, observamos que

FIG.- 4 DISPOSITIVO ESTRATIGRAFICO ESQUEMATICO DE LA CUENCA DE HUANCAYO

a) Dispositivo anteriormente descrito

b) Nuevo dispositivo propuesto

Fuente: Jean Luc Blanc-1982



a comienzos del año 40 que J.V. Harrison, bautizo con el nombre de Formación Jauja, el conjunto de los sedimentos más antiguos que rellenan la cuenca. Esta formación reagrupa los conglomerados fluviales ó fluvio-torrenciales de origen diversos y los depósitos lacustres, arenosos diatomíticos ó vulcano-sedimentarios. Inicialmente esta formación sería relacionado al Pleistoceno, teoría fundada en la descripción de Mastodontes y Megaterios descubiertos y determinados anteriormente por Lisson.

Posteriormente, otros autores como Oliver Dollfus et al (1965, 1968), Francois Megard (1968) han completado y profundizado el estudio de la cuenca. El dispositivo general que ellos han descrito esta esquematizado por la figura 4a .Según estos autores, la Formación Jauja, atribuido al Pleistoceno, se les atribuye 3 conjuntos de terrazas denominadas T₃, T₂ y T₁ del más antiguo al mas joven y que son contemporáneas cada uno a una fase importante de Glaciación. Posteriormente basados en información recopilada en detalle, así como de los resultados de dataciones radio cronológicas, permite proponer un dispositivo estratigráfico general sensiblemente diferente, y que se ilustra en la figura 4b. Este nuevo dispositivo se basa en dos teorías; una de las cuales pone al descubierto la discordancia en el seno mismo de la formación Jauja, es decir; una fase de plegamiento que separa un conjunto inferior (constituída de coladas fangosas y conglomerados gruesos) de un conjunto superior (formado de depósitos lacustres y fluviales). Es debido, a esto, que se cambia la denominación Formación Jauja, por la de **Grupo Jauja**, que corresponde a la formación USHNO en la base; y a la formación Mataula, en la parte superior de la misma. Este párrafo de la tesis, tiene por objeto presentar un esquema estratigráfico muy simplificado, con el fin particularmente de evitar ambigüedades de diferentes puntos comprendidos dentro de la zona N-O de la cuenca de Huancayo, específicamente en los alrededores de la ciudad de Jauja.

2.7.- Los principales cortes del grupo Jauja

2.7.1.- Corte de CASABLANCA

Este corte es fundamental, porque es ahí donde es descubierta una muy neta discordancia angular dentro de la antigua Formación Jauja.[Ver Figura 5](5)

Este corte esta situado sobre la falla de la Oroya y sigue aproximadamente el flanco norte de un valle afluente de la ribera derecha del Mantaro, al nivel de la Villa de Pampalca-Miraflores (4 Kms antes de llegar a la Cuenca de Huancayo siguiendo el curso de este Valle). Sobre el zócalo calcáreo del Grupo Pucará que aflora en esta zona se encuentra un conjunto formado de conglomerados torrenciales muy consolidados con predominancia calcárea y de capas areno-limosas rojizas. Estos depósitos han sido atribuidos a la formación de las capas rojas de edad Paleogeno. Encima y probablemente en discordancia, se encuentran los conglomerados con pequeños elementos paleozoicos, poco redondeados englobados en una matriz areno-gravosa, ocre y que nosotros relacionamos con la formación Ushno. Estas capas

forman un sinclinal al nivel de Egoavil y están recubiertas en discordancia por conglomerados grises poco consolidados, con elementos calcáreos bien redondeados y bien seleccionados. Estos depósitos forman parte de la formación Mataula, y reposan igualmente en discordancia sobre las capas rojas. Son afectadas en esta zona, por pliegues con gran radio de curvatura.

2.7.2.- Corte de JAUJA

Este nuevo corte ha sido trazado en una de las dos profundas quebradas situadas aproximadamente a 2 Kms al Sur-Este de la ciudad de Jauja, ellos entallan la superficie de la Cuenca de Acolla y desembocan en la planicie de Jauja, más abajo. [Ver Figura 6] (4)

Se distingue de abajo hacia arriba: un conjunto de al menos 10 metros de conglomerados compuestos mayormente de guijarros paleozoicos o precámbricos. Estos elementos muy heterométricos no muestran ninguna imbricación y son en conjunto pocos redondeados, que indican un origen fluvio-torrencial para estos depósitos. Los elementos más gruesos tienen un tamaño del orden de 50 cms. y el promedio se sitúa alrededor de los 20 cms.

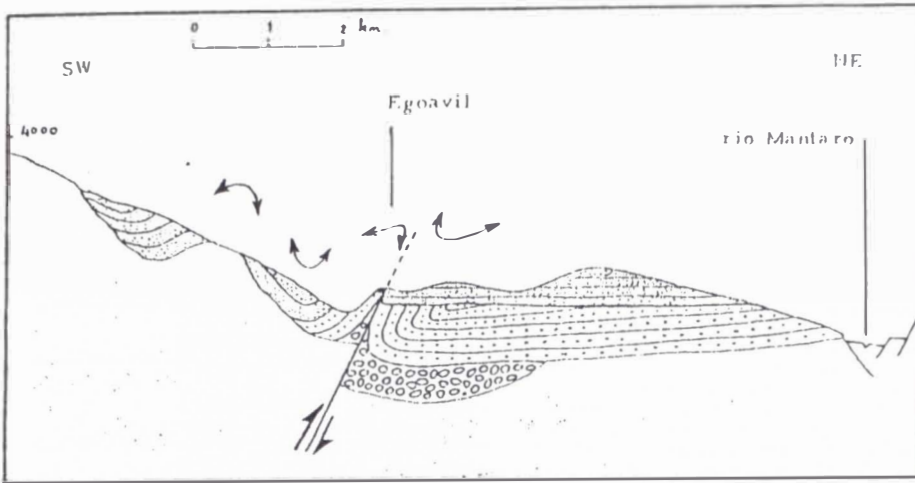
La parte superior de estos conglomerados está fuertemente alterados y pasa hacia arriba como coluviones pedogenetizados. Los efectos de esta pedogenesis de tipo fersialítico afectan los conglomerados en un espesor de 3 metros aproximadamente, disminuyendo en intensidad hacia abajo. Ciertos guijarros son alterados al punto de desagregarse (romperse) muy fácilmente. La parte inferior de estos coluviones está constituido de tierras rojas, ricos en minerales argílicos, en los cuales se mezclan bloques angulosos calcáreos, aquellos son mucho más numerosos hacia arriba para finalmente formar un nivel brechoso de un metro de espesor aproximadamente.

Encima de este conjunto, se encuentra una formación de arenas limonosas de color rosado, que indica que las condiciones de estos depósitos han sido de naturaleza calmada. El espesor de estas arenas finas, solo es de dos metros al nivel del corte, pero en algunas decenas de metros más allá, ellos alcanzan ya los seis metros de espesor y mucho más al norte, son todavía aún más desarrolladas.

Los conglomerados conformados de pequeños elementos bien redondeados y bien seleccionados, son depositados como deslizamientos sobre estas arenas rosadas.

Los guijarros que forman este conjunto de alrededor de 3 mts. de espesor, son de origen variado, pero mayormente son calcareos y están englobados en una matriz arenosa no consolidada. La parte superior de estos conglomerados está localmente cubierta por caliche, que a la vez, están recubiertos por un segundo conjunto de coluviones pedogenetizados que muestran una alternancia con un nivel mucho más joven ocre-amarillento de lixiviación y de un nivel rojo con una gran acumulación de óxidos.

2.7.3.- Corte del CERRO USHNO



LEYENDA

- FORMACION MATAULA
- FORMACION USHNO
- CAPAS ROJAS
- SUBSTRATUM CALCAREO

FIG.- 5 CORTE DE CASABLANCA
Fuente: Jean Luc Blanc-1982

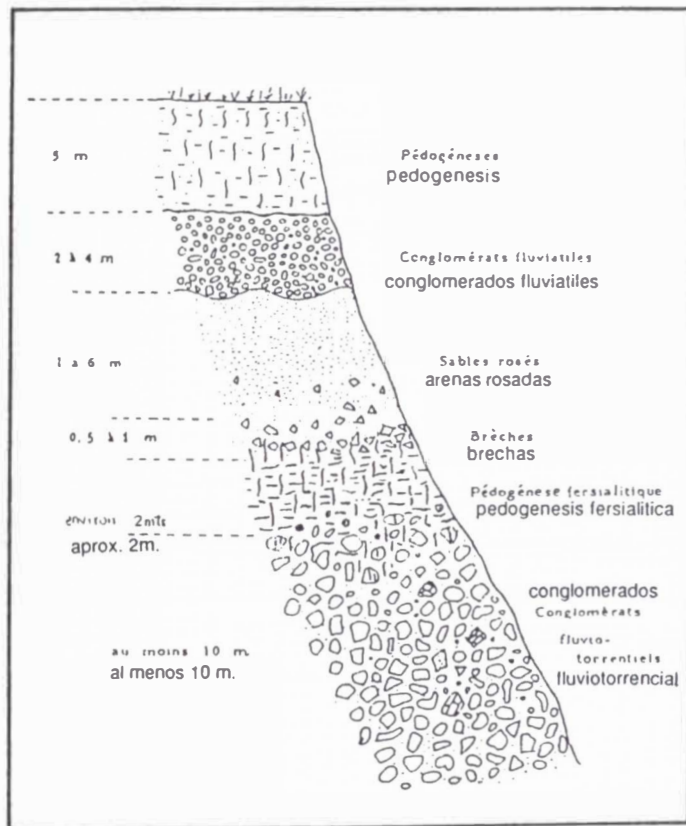


FIG.- 6 CORTE DE JAUJA
Fuente: Jean Luc Blanc-1982

Este corte se ha realizado sobre la vertiente Sur del Cerro Ushno, situado a media distancia entre Jauja y Acolla. (figura 7) (5) Los elementos más antiguos de este corte, están formados de elementos conglomerados bastante pequeños, poco redondos y englobados en abundante matriz areno-gravillonosa. El equivalente de esta, se encuentra al Sur de la ruta Jauja-Acolla pero con una base más gruesa. Esta parte del corte, corresponde, a pesar del cambio lateral de facies, a los conglomerados de la base del corte de Jauja. En la cima del Cerro Ushno estos conglomerados son fuertemente entallados por la erosión y su potencia visible para los 100 metros. Los trazos de una importante pedogénesis son localmente visibles sobre la vertiente Sur del relieve. Esta pedogenesis se intercala entre el conjunto inferior descrito más arriba, y una capa de una decena de metros de arenas y gravas (guijarros) ocre. Encima, aparece un nivel típicamente lacustre blanco, muy fino que comprende descoloridas diatómicas, así como pequeños lamelibranquios. Esta capa sólo tiene de 4 a 5 mts. de espesor. Es cubierta por las arenas rosadas descritas en la parte superior del corte de Jauja, su espesor visible es de al menos una decena de metros.

2.7.4.- Corte de HUANCAS-MIRAFLORES

Las gargantas que el Mantaro ha entallado en el Sur de la pampa de Acolla antes de desembocar en la Cuenca de Huancayo, permite tener un buen corte sobre la margen derecha de esta ribera. Las observaciones hechas más abajo de Huancas, en las capas superiores y frente de Miraflores en las capas inferiores son reagrupadas en este corte sintético [figura 8] De abajo hacia arriba se distingue un conjunto de conglomerados fluviales formados de guijarros bien redondeados, en gran mayoría calcáreos, donde el tamaño varía de unos pocos centímetros a 40 cms. como máximo. Se nota intercalaciones arenosas y una disminución de la granulometría hacia arriba. Este conjunto tiene una potencia visible de una treintena de metros al nivel de Miraflores.

Termina cubierta por los conglomerados fluvio-torrenciales con elementos "Paleozoicos" predominantes que son el equivalente lateral de los conglomerados de la base de los cortes de Jauja y del Cerro Ushno. Este conjunto de color ocre kaki es visible en la mitad del acantilado, tiene un espesor de una veintena de metros. Sobre estos conglomerados, encontramos más abajo de Huancas unos 15 mts. de arenas rosadas en las cuales se intercalan arenas más gruesas provenientes del remanente de las capas subyacentes. Por encima se encuentran otras arenas recientes de color ocre, bien estratificadas. Su espesor no excede de 5 metros y culmina con una decena de metros de conglomerados fluviales de elementos calcáreos.

La descripción de los cortes que se acaban de ver, hace resaltar un cierto número de hechos que nos conduce a reconsiderar la unidad de la Formación Jauja, para transformarla en grupo Jauja y que se argumenta en base a las discordancias, la pedogenesis y la diferencia de

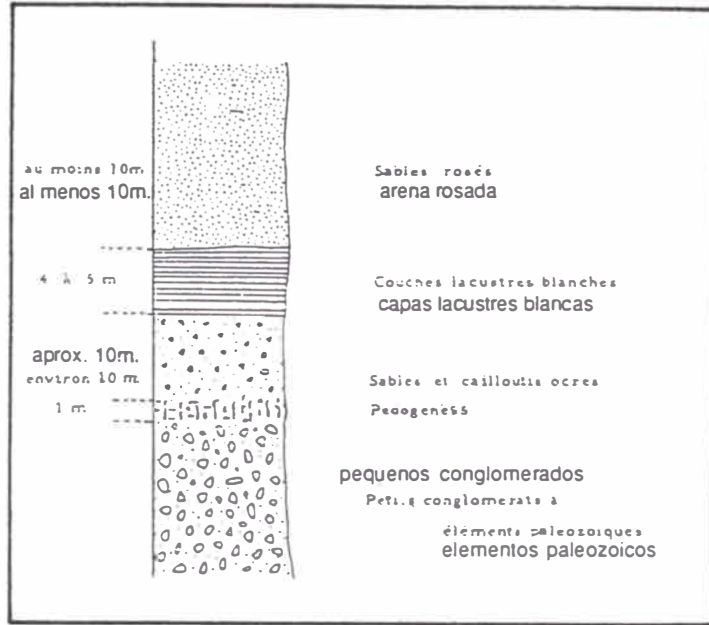


FIG.-7 CORTE ESQUEMATICO DEL CERRO USHNO
 Fuente: Jean Luc Blanc-1982

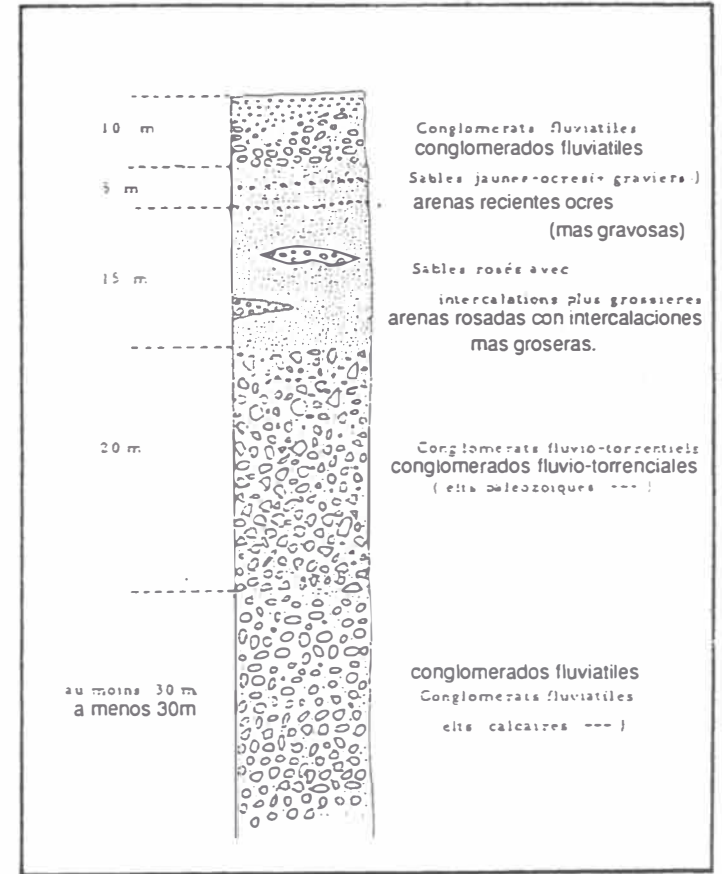


FIG.-8 CORTE ESQUEMATICO DE HUANCAS-MIRAFLORES
 VALLE DEL MANTARO
 Fuente: Jean Luc Blanc-1982

fases. Este último tercer argumento para separar las formaciones Ushno y Mataula que se deriva de su diferencia de fases, que es visible en las partes inferiores y superiores de los 4 cortes que se han presentado. De una manera general, la formación Ushno presenta sobre todo las facies fluvio-torrenciales o del tipo "coladas fangosas", después que en la base la formación Mataula, sus facies son primero lacustres y que pasan seguidamente a fluviales. Estas diferencias de litología son consecuencias de cambios importantes ocurridos en la paleografía de la Cuenca. Ellos tienen un origen tectónico o climático (y los dos han jugado un rol importante). Precisamente estos cambios en la sedimentación son un argumento además y a la vez más importante para concluir que existe una formación Ushno y una formación Mataula.

2.8.- Interpretación fotogeológica de la zona de estudio

El objetivo de esta fotointerpretación en forma general, es la diferenciación de unidades bajo el criterio morfológico, estructural, hidrológico, etc. En forma específica, se busca la diferenciación de los distintos niveles de las terrazas observadas en una gran extensión del área en estudio y que caracterizan a la zona.

La fotointerpretación se llevó a cabo con la ayuda y complementación de un estereoscopio de espejos, y también con un modelo de bolsillo. Para un análisis más exhaustivo, también se realizó una observación a simple vista de las fotografías aéreas.

La zona en estudio, JAUJA, fue cubierta en su totalidad con un juego de 8 fotos aéreas a una escala aproximada de 1 : 40000, teniendo como referencia principal a la ciudad de Jauja y a las Lagunas de Paca y Tragadero. También se tuvo como ayuda una base topográfica a escala 1: 25000 (Hojas de Yauli, Jauja, Acolla y Parco) y las referencias bibliográficas disponibles. La hojas empleadas fueron tomadas del I.G.N.

2.8.1.- Interpretación efectuada en la zona de Jauja

a) Rocas diferenciadas

Jp = Afloramiento con las siguientes características.

Tono: Gris claro a blanquecino.

Textura : Paralela a subparalela. Formas redondeadas y suaves. En algunos sectores se aprecia drenaje ramificado hacia la zona distal de las quebradas. También, en forma local se observan fracturas paralelas con un cierto tipo de alteración evidenciada por un tono más blanquecino; con estratos.

Roca: Caliza, Grupo Pucará (TRIASICO - JURASICO)

P = Afloramiento con las siguientes características.

Tono: Gris claro.

Textura: Paralela a subparalela. Morfología suave con ciertas laminaciones a manera de esquistocidades muy locales. Marcado control estructural con quebradas muy pronunciadas y paralelas entre sí.

Roca: Metamórfica, Grupo Excelsior (PALEOZOICO)

Observaciones: Aquí los estratos son menos definidos que la caliza.

Q₁ = Afloramiento con las siguientes características.

Tono: Gris claro a blanquecino.

Textura: Drenaje dendrítico, morfología accidentada. Densidad alta.

Roca: Limolita - Limo arcillita semiconsolidado (FORMACION JAUJA)

Q₂, Q₃, Q₄ = Afloramiento con las siguientes características.

Tono: Gris oscuro.

Textura: Drenaje centripeto, se observan fracturas y cierto condensamiento (como flexiones). Densidad alta.

b) Terrazas diferenciadas

Q₄ = Es la terraza más joven y que conforma el cauce actual del río; este se ramifica a medida que su curso se hace más divagante formando una serie de barras de canal y barras longitudinales fácilmente diferenciables y que se caracterizan por su poca extensión hacia los márgenes de inundación del río y por ser evidencia de la acción erosión-deposito del mismo.

Q₃ = Es la terraza adyacente a **Q₄**, a un nivel mayor y más antigua. Se le observa en mayor extensión que las otras terrazas, y esporádicamente, en los requiebros más pronunciados del río Mantaro, quedando como evidencia del depósito hacia la parte cóncava interna de la flexión. Se diferencia de **Q₄** debido a que **Q₃** si es aprovechable para cultivos. Se caracteriza por distinguirse hasta dos niveles, uno de mayor influencia de la vegetación y con un tono más oscuro; y otro en donde predomina la influencia de la roca cubierta que le otorga un tono más claro y que pasa a un contacto con **JP**.

Q₂ = Es la terraza adyacente a **Q₃** a un nivel más alto y de una mayor antigüedad. Su presencia se hace más extensa hacia la margen derecha de la Laguna de Paca (Acolla, Ahuac) y más puntual y esporádica hacia la margen izquierda del río Mantaro. Se caracteriza por presentar una morfología más suave en comparación con las anteriores, con parcelas de cultivo más amplias y que limitan con **P** hacia el Este y con **JP** hacia el Oeste.

Q₁ = Se presenta a manera local y es la más antigua. Su presencia es mayor entre Jauja y el Valle de Yanamarca.

c) Depósitos Lagunares

A los bordes de las respectivas lagunas (Laguna de Paca y de Tragadero) y con ciertos

paleo-flujos marcados.

d) Alineamientos

Se han detectado tres sistemas de fallamientos a saber: N-S (es de mayor densidad), E-W y NW-SE, que condicionan la zona a un control estructural, además del control tectónico por los sucesivos levantamientos y plegamientos de la zona.

Se aprecia en las imágenes observadas como el cauce antiguo y el actual del lecho del río Mantaro tienen sectores que están condicionados a el sistema o a los sistemas de alineamientos, ya sea para optar por una nueva dirección (caso del río) ó para indicar un cambio en la Litología (caso de las Lagunas y demás zonas de debilidad)

Se sabe que en el Terciario Superior y en el Cuaternario se formaron una serie de fallas siendo las más importantes: Fallas antiguas y estables, la falla de rumbo NW de Tragadero-Marco en el borde SW del valle de Yanamarca.

Fallas más jóvenes del Cuaternario, la falla Ahuac-Muquillanqui de rumbo NE de menor magnitud; la falla Coricancha-Cruzpata de rumbo EW, de la misma edad y de menor magnitud. Falla más reciente, activa y más pronunciada es la falla Chocon-Yacuran-Plaza de Armas de Jauja-Aeropuerto de rumbo EW.

Esto nos indica que la actividad del Cuaternario ha sido intensa y posiblemente fue más intensa que el resto del Cuaternario del valle del Mantaro. Precisamente esta actividad intensa hizo que el Cuaternario del SE del valle de Yanamarca se elevara 100 metros, sobre dicho valle y 200 m. sobre el valle de Jauja. Es también probable que esa actividad tectónica Cuaternaria continúe, pues el Cuaternario del cerro SE del valle de Yanamarca es más antigua que los cuaternarios de los valles de Yanamarca y Jauja conocidos como el grupo Jauja. (Ver figura 2.1)

Los resultados presentados anteriormente se observan en el plano de fotointerpretación geológica que fue confeccionado tomando como base los planos del I.G.N. a escala 1/ 25000.

2.9.- Conclusiones

1) La actividad sísmica que tiene lugar en el país, esta estrechamente ligada a las condiciones tectónicas propias de un margen Continental activo como es el borde Occidental de América del Sur. Los sismos peruanos, se concentran en su gran mayoría a lo largo de la zona de subducción, se trata, por lo tanto, de sismos localizados en el contacto entre dos placas corticales (sismos interplacas). Los sismos localizados dentro de una u otra de las dos placas (sismos intraplaca) son menos frecuentes. Esto último, confirmará la idea ya ampliamente difundida que las fases tectónicas en los Andes son la mayoría de las veces consecuencias de la subducción de la Placa Nazca sobre la de América del Sur.

2) En este capítulo, se analiza la evolución geodinámica de los Andes desde el Oligoceno hasta la actualidad pues después de la fase tectónica compresiva incaica (hace 40 a 45 m.a.) se van estableciendo los grandes rasgos morfo-estructurales presentes actualmente en la Cadena Andina. Dentro de este marco evolutivo, se encuentran largos períodos con actividad tectónica relativamente leve y de tipo extensional mayormente (3 a 10 M.A.) y que están interrumpidos por fases tectónicas compresionales de corta duración (+- 1 M.A.). Actualmente la actividad es característica de la de los períodos largos, es decir, mayormente extensional, y que esta relacionado con el funcionamiento continuo de la subducción de las placas de Nazca y Sudamericana.

3) Las estructuras cuaternarias (pliegues, flexuras y fallas) se encuentran mayormente ubicadas en fajas que comprenden aproximadamente con límites de unidades morfo-estructurales. Por lo tanto; las zonas que tienen mayor peligro sismotectónico son:

- a) Los límites de la Cordillera Oriental con la zona subandina y con las Altas Planicies y
- b) La zona costera y el límite entre la Cordillera Occidental y el Piedemonte Pacífico.

4) Ninguna traza importante de deformación existe sobre la vertiente Oriental de la Cuenca de Huancayo, esta desimetría de la tectónica se explica en parte a la disimetría morfológica sobre los dos flancos de la cuenca. En efecto, el flanco Oeste constituido de series triásico-liasicas, son macizas, relativamente abruptas y bien rectilíneas, las fallas inversas y pliegues se escalonan, desde la región de Acolla al Norte hasta las quebradas del Mantaro al Sur, el flanco oriental contrariamente presenta los relieves redondeados, formados en los sedimentos detríticos paleozoicos y está disecado por varios valles afluentes procedentes de la Cordillera Oriental. Por otro lado, si se examina la naturaleza de esta deformación, se nota que es exclusivamente compresiva, y que los pliegues y las flexuras predominan netamente sobre las fallas. _Es posible que esta flexibilidad de la deformación en superficie, en el que participa ampliamente el substratum antemioceno, sea la respuesta al rejuego de accidentes mas profundos.

5) En lo que concierne a la tectónica actual, hemos podido suministrar una cartografía completa del trazo de la Falla del Huaytapallana. La red de esta falla con los últimos sismos de 1969 es producido en dos ramales distintos, separados por su hiato a lo largo de 3,5 kms. El ramal Norte esta a lo largo de 9,5 kms, puesto que la parte Sur no es visible mas que sobre 5,5 kms. Las diferencias observadas sobre el terreno indican un rejuego sinextral-inverso de esta falla. Las medidas microtectónicas provenientes de la escarpa sísmica muestran que esta zona ha sufrido un acortamiento (compresión media) orientado alrededor de N 075° durante los sismos. Se recomienda cavar trincheras mucho más profundas (de 5 a 10 metros) para de esta manera dar las medidas microtectónicas que correspondan mejor a la deformación debido a los sismos.

6) La enumeración de los resultados que se presentaron tanto para la cuenca de Huancayo, como la Falla de Huaytapallana, confirma que la evolución geodinámica de los Andes del Perú Central, después del Mioceno superior, esta esencialmente marcado por una sucesión de fases compresivas, contrariamente al sur del Perú, donde la extensión ocupan su mayor parte. Es probable que esta diferencia de comportamiento sea un enlace con la geometría del plano de Benioff bajo la Cadena Andina. Poco profundo como es debajo del Perú central, inducido de las contracciones compresivas y más inclinado como es, bajo el Sur del Perú, que permite la existencia de fenómenos extensivos.

7) A nivel estratigráfico, el estudio detallado de la formación Jauja, permitió encontrar en evidencia una discordancia entre los miembros inferior y superior de este conjunto. Esto conduce a definir la formación Ushno (inferior) superpuesto por la formación Mataula (superior). Estas dos formaciones reunidas constituyen el Grupo Jauja. Fundamentado sobre resultados de dataciones radio cronológicas, atribuimos la formación Ushno al Mioceno y la formación Mataula al Plioceno .

8) Existen fallas locales activas que pueden dar origen a temblores con epicentros cercanos a la ciudad. Tal es el caso de las fallas Ahuac-Muquillanqui(NE) Coricancha-Cruzpata(EW) y la más reciente, activa y pronunciada la de Chocón - Yacuran - Pza. de Armas - Aeropuerto de rumbo E-W y que daría origen a estos movimientos, razón por la que sería necesario mayores estudios al respecto.

2.10.-Recomendaciones

1)Se recomienda la realización de estudios geodinamicos y geotecnicos para la seguridad fisica de centros poblados y obras de infraestructura, así como evaluar la evolución de estos fenómenos geodinamicos.

2) Realizar estudios de microsismicidad en las zonas donde existen fallas activas, a fin de mejorar la evaluación de los peligros.

3) Consultar especialistas en Neotectónica cada vez que se requiera realizar obras, ya que el Perú es un país con un alto peligro sismotectónico, tal como lo evidencian los registros sísmicos en la zona central del País.

4) Orientados a aportar información para los estudios integrales que se recomiendan, se debe instalar una red de estaciones hidrográficas y de sismógrafos, a lo largo del valle, debiendo ser manejados en su operación e interpretación de datos por las entidades pertinentes como el SENAMHI, ELECTROPERU, etc.

5) Para fines de estudio de la zona es necesario clasificar las áreas de mayor ó menor posibilidad geomórfica, básicamente en función del carácter morfológico del relieve, la topografía, la pendiente, su litología, los procesos geodinámicos y otros; resultando particularmente importante el área de influencia de la Laguna. Las otras unidades geomórficas deberán ser igualmente consideradas para efectos de un manejo integral de la zona.

Capítulo 3

SISMICIDAD

3.1.- Introducción

Los efectos de los terremotos ocurridos en diferentes lugares de la Tierra, y en particular en nuestro país, han dejado un saldo sorprendente de pérdidas materiales y de vidas humanas, lo cual ha incidido severamente en la economía de los lugares afectados por dichos fenómenos. Desafortunadamente la Sismología todavía no está en condiciones de efectuar predicciones efectivas de sismos destructores.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, aunque se logre predecir un terremoto; las pérdidas materiales serán severas, a no ser que se hayan tomado medidas que minimicen los efectos causados por estos fenómenos en las obras de Ingeniería. No obstante la Sismología, si está en condiciones de ofrecer algunos de los parámetros fundamentales para tomar las medidas y minimizar los efectos sísmicos, especialmente dando los medios para estimar el Riesgo Sísmico, existente en una área determinada.

Un efectivo estudio de sismicidad, de un área determinada, otorga los medios necesarios para estimar el Riesgo Sísmico existente en lugares comprendidos dentro del área de estudio.

El concepto de SISMICIDAD, por cierto es difícil de definir por las múltiples implicancias y el no estar encuadrado en patrones fijos que permitan a dicha definición cierta normalización en diferentes lugares y épocas. Sin embargo, existen aspectos comunes en todos estos

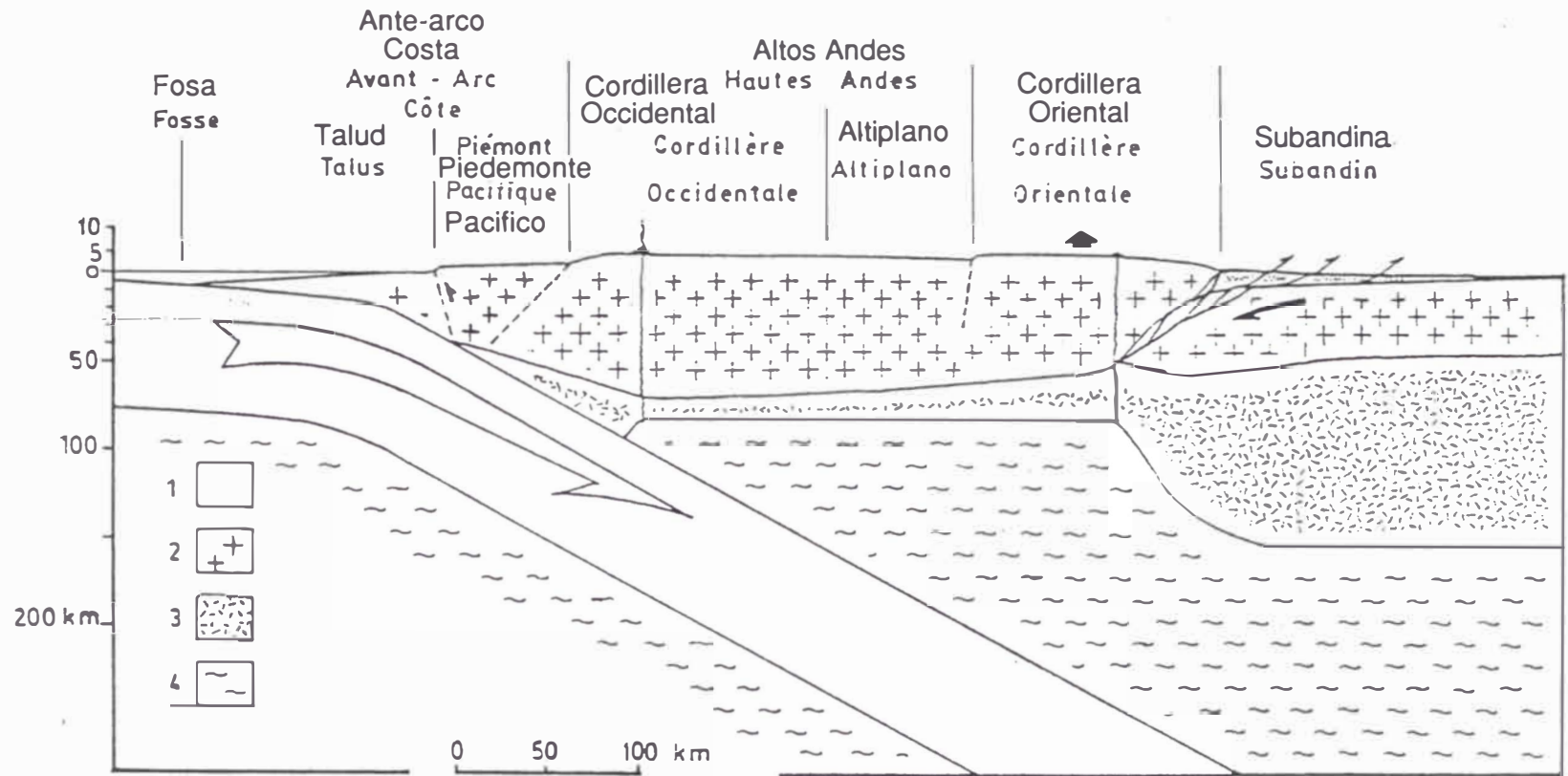


FIG.- 1 Corte esquemático a través de la Litosfera Sur-peruana y la zona de subducción andina. (Zuñiga et al.,1975;Keller et al.,1978;Grange et al.,1984;Sebrier et al.,1985; Cunningham et al.,1986;Kono et al.,1986;Yamamoto et al.,1986;Machare et al.,1987)
 1. litosfera oceanica (placa de Nazca); 2. corteza continental; 3. litosfera manto continental (placa de America del Sur); 4. astenosfera.

estudios de sismicidad; en los que se refiere a la base fundamental, que son los datos de la actividad sísmica que ha ocurrido en el lugar de estudio y en sus alrededores. Así en la actualidad se puede decir, que un estudio de sismicidad confiable dependerá de la cantidad y calidad del conjunto de datos que describen la actividad sísmica ocurrida y sobretodo del período en que fueron acumulados.

Podríamos decir entonces que la estimación del Riesgo Sísmico en un determinado lugar, es una especie de pronóstico de lo que podría suceder; en base a los datos sísmicos acumulados correspondientes a un período amplio del tiempo, y en base a las características tectónicas regionales y locales que puedan explicar la actividad sísmica observada.

En términos generales, se estima que la sismicidad de un determinado lugar, debe conservarse sin mucha alteración por un período por lo menos igual al período en que se acumularon los datos sísmicos con los que se caracterizó dicha sismicidad.(5)

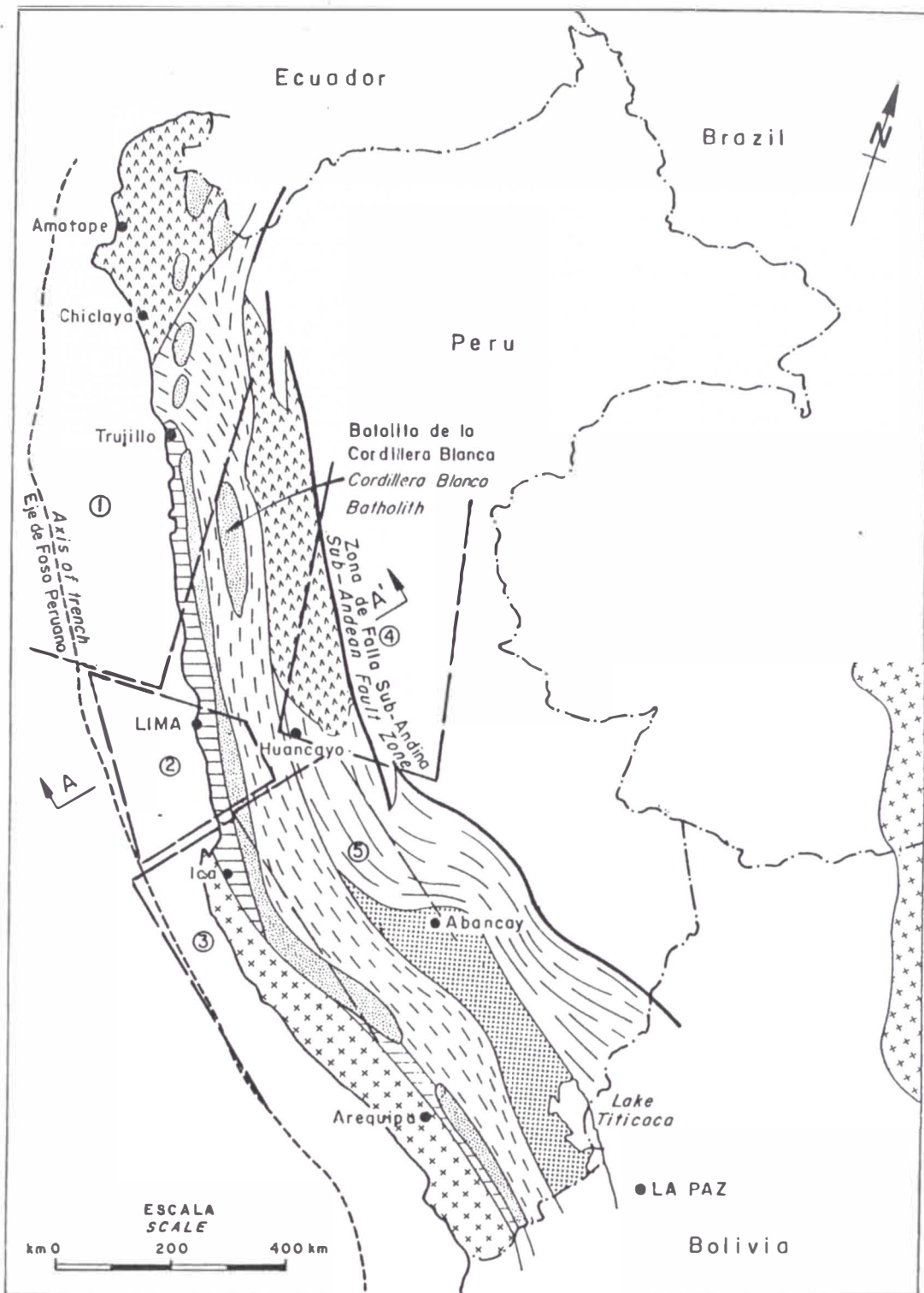
3.2.- Marco estructural sísmico

La actividad sísmica en el territorio peruano y áreas vecinas, se desarrolla a lo largo de la zona de subducción de las Placas Oceánica de Nazca y Continental Sudamericana y esta íntimamente asociada a este proceso tectónico.(8)[figura.1]

Este proceso de subducción, origina la zona de mayor concentración y liberación de energía potencial (la más grande fuente sismogénica) ubicada a lo largo del borde oeste del continente, denominada Wadati-Benioff. En esta zona, relativamente delgada y con una inclinación de 10° a 15° en dirección al Continente se localizan los desplazamientos permanentes, y le permite avanzar en profundidad al material terrestre que se encuentra por debajo de los fondos submarinos, "mar afuera" de la fosa marina de PERU-CHILE.

Como resultado de esta subducción, se desarrolla: la fosa oceánica de Perú-Chile; la Cordillera de los Andes; la gran actividad tectónica en la placa continental; el desarrollo de una actividad sísmica intraplaca continental (o sea la región donde se producen los desplazamientos permanentes); y la distribución de los volcanes del Sur del territorio peruano. La estructura total se encuentra interrumpida por la "Dorsal de Nazca", que entra con la placa oceánica, en la parte Sur de la región estudiada.. Esta tiene una marcada influencia sobre la sismicidad del área, ya que divide al territorio en una Zona Norte, con un conjunto de características sísmico-tectónicas propias y en una Zona Sur con características diferentes.

Sin embargo, la diversidad de los ambientes morfo-estructurales observados al efectuar un análisis más detallado, así como la falta de uniformidad en la distribución de la actividad sísmica, nos llevan a pensar en la posible presencia de campos de esfuerzos activos en el presente régimen sismotectónico, que podrían dividir a la región estudiada en zonas con características sismotectónicas particulares para cada una de ellas. Dicho sea de paso estos campos regionales o locales solamente modificarían el campo mayor ligado a la subducción. La presencia de estos "CAMPOS" queda definido en algunos casos, por grandes zonas de



Despues Cobbing 1974
After Cobbing, 1974

B. ELEMENTOS MAYORES DE GEOLOGIA MAIN GEOLOGICAL ELEMENTS

LEYENDA.-
LEGEND.-

<p>▬▬▬ Lovos, lufos y arenisco <i>Lavas, tuffs and sandstones</i></p> <p>▬▬▬ Collzo, arcillo esquistoso arenisco <i>Limestones, shales sandstones</i></p> <p>▬▬▬ Cuencas del Altiplano Molasse <i>Altiplano Molasse Bassins</i></p> <p>▬▬▬ Foso del Ordoviciano Devomiano <i>Ordovician-Devonian Flysch Trough</i></p> <p>▬▬▬ Zona de esquistos del Pre-Ordoviciano <i>Pre-Ordovician Schist Belt</i></p>	<p>Mesozoico Terciario Zona de plegamiento <i>Mesozoic Tertiary Fold Belt</i></p>	<p>▬▬▬ Fundamento Pre-Combrion <i>Pre-Combrion Basement</i></p> <p>▬▬▬ Botallito costanero del Cretáceo <i>Cretaceous Coastal Batholith</i></p> <p>▬▬▬ Limites de Zonas Cismicas <i>Boundaries of Seismic Zones</i></p>
---	---	---

FIG.2 GEOLOGIA DE LOS ANDES PERUANOS

Fuente: Derivacion de Aguas de la Cuenca Alta del Río Mantaro a Lima. Binnie & Partners. Agosto 1976

fracturación y deformación, de características Continentales.

3.3.- Aspectos preliminares de la sismicidad del Valle del Mantaro

El Valle del Mantaro está ubicado en el flanco Occidental del extremo Sur de la Zona Sismogénica Subandina.(2). Se sabe que la actividad asociada con la falla del Huaytapallana (NE de Huancayo) es la de mayor peligro en el Valle y que constituye el "NIDO SISMICO" asociado con los sismos fuertes de 1969. También se observa que la sismicidad superficial en la Placa Continental se concentra en la zona de la Cordillera Oriental, con focos muy superficiales y mecanismos demostrando la existencia de un régimen de compresión. Una tectónica más joven que en la Cordillera Occidental con deformación de terrazas Cuaternarias y reactivación de fallas, caracteriza también la región este de las Altiplanicies y la Cordillera Oriental. Esta actividad superficial de la placa Continental a más de 300 kms. de la fosa es un rasgo muy típico a lo largo de varios tramos (de la Cordillera del Ecuador Meridional al Perú Meridional en Chile Central y NO de Argentina) que está asociado con un buzamiento bastante débil de la zona de subducción, lo que se traduce por una zona de contacto entre placas muy extendida hacia el Este, con ausencia de vulcanismo cuaternario y reciente.

En la figura 3 se presenta las intensidades máximas determinadas para sismos históricos y recientes (IGP,1980). Es particularmente importante la actividad asociada con la Zona Sismogénica Subandina: Sismo de 1937, 1947 y 1969 (2 sismos) en la vecindad de la zona de interés. Los dos últimos sismos son los asociados con la falla. El sismo del 1° de Octubre, se sintió en el valle del Mantaro con una intensidad de 5 a 6 M.M. (MSK) [Deza,1971] .

A juzgar por las evidencias geológicas y los sismos superficiales en el valle y el flanco oeste del mismo; se han identificado fallas extensas de la corteza en las Zonas Cordilleranas y Subandinas del Perú, que reflejan el proceso de convergencia de las placas. Algunas de estas fallas son sísmicamente activas, como lo indican los sismos de intraplaca Continental superficial (profundidad focal de 70 kms.); con magnitudes de hasta 7,3 Ms (01 de Noviembre de 1947), que han ocurrido en el área.

Los sismos mayores que han ocurrido dentro de la zona más activa de la región, (la zona intraplaca) han causado efectos sólo de leves a moderadas en el área, produciendo intensidades en el rango de V a VI M.M. Esta zona fuente (intraplaca continental superficial) presenta una serie de incertidumbres, en la medida que no se conoce con claridad si todas las fallas geológicas mapeadas en el área son sísmicamente activas, a excepción de la falla del Huaytapallana que es la falla activa conocida más cercana, pero siendo probable que otras fallas más cercanas (Sistema de Fallas de Pampas) sean igualmente activas. No existe evidencia definitiva de que el sistema de fallas de Pampas sea activo, sin embargo, debido a la asociación espacial de los eventos de 1980 (sismos superficiales con magnitud máxima de 5,2 Mb. en el borde Suroccidental del sistema de fallas) con este sistema y al hecho de que este continúa en dirección de la falla activa del Huaytapallana, este sistema se considera

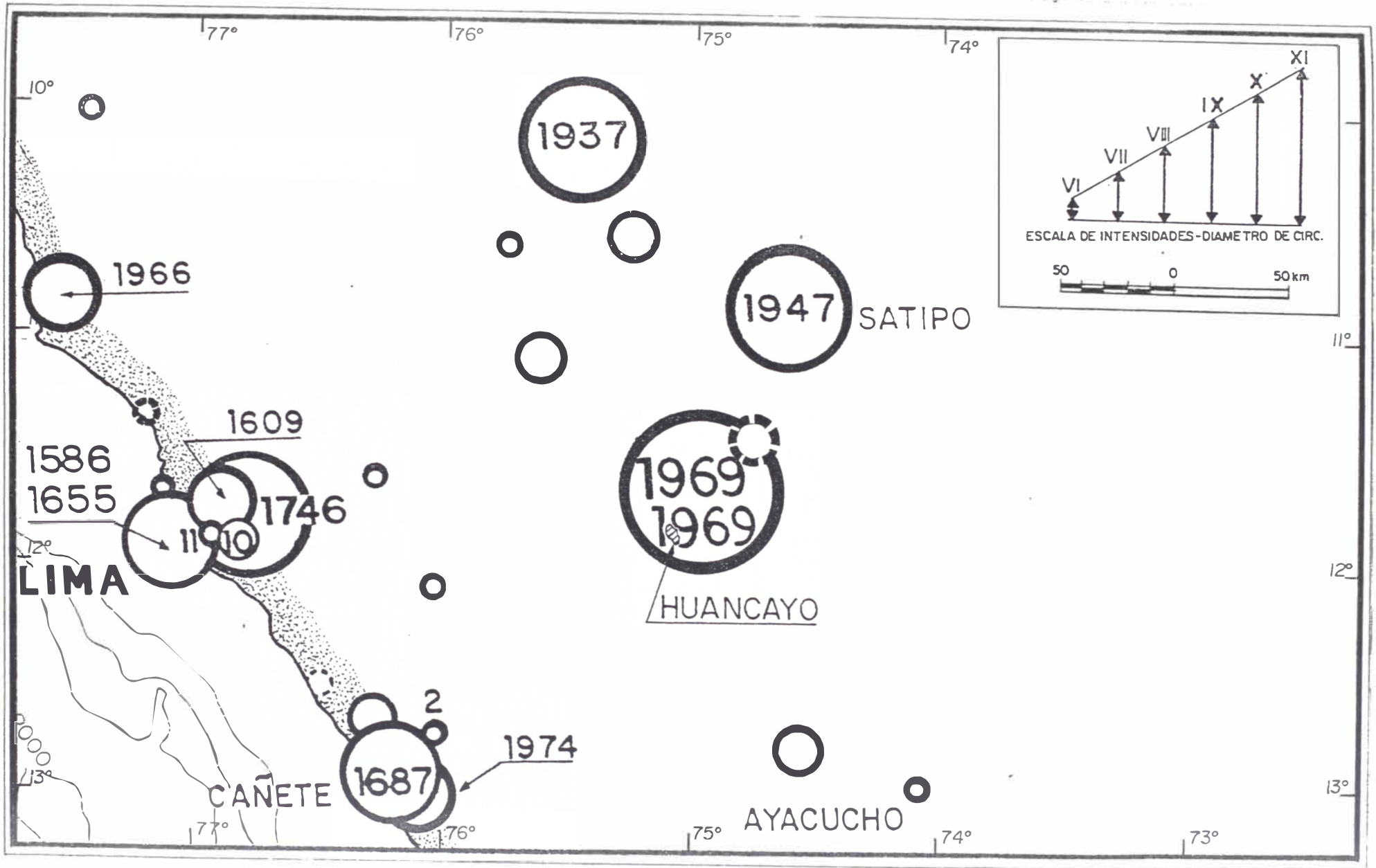


FIG.3 MAPA PRELIMINAR DE INTENSIDADES MAXIMAS
(M.S.K.) PERIODO: 1471-1974

Fuente: Extraído del Peligro Sísmico Potencial del Valle del Mantaro. IGP

potencialmente activo.

3.4.- Historia Sísmica de Jauja

Al presente, se estima que la región Norte del Valle del Mantaro, donde se establecerían los proyectos de expansión urbana e industrial de la ciudad de Jauja, es de sismicidad moderada y que sus condiciones geológicas regionales son sui generis, como se reporta más adelante en este capítulo y en el referido a la geología y vulnerabilidad de la zona de estudio.

Existe relativamente poca documentación estadística, así como estudios que permiten llegar a una Zonificación Sísmica que requiere del conocimiento de parámetros aún no determinados y control sistemático e instrumental ausente en esta parte del valle.

La ciudad de Jauja desde la Colonia hasta nuestros días ha sido sacudida por varios movimientos de tierra que según las crónicas y referencias, causaron daños en sus edificaciones más no víctimas; estos sismos han ocurrido en los alrededores de Jauja, dentro de un área de influencia, que se ubica en el contacto de 4 zonas sísmicas tectónicas [Ver figura 2] a saber como son la zona 2, 3, 5 y la base inicial de la zona 4 que abarca la mayor extensión, y cuya característica es la gran cantidad de fallas (sistemas) que regionalmente siguen dirección NO-SE cerca al punto de unión entre los bloques Cenozoico, Mesozoico y Paleozoico.

A partir del año 1807 comienza la historia sísmica de la ciudad de Jauja, pero se tiene que considerar que los relatos históricos escritos no están basados en aspectos técnicos ni en las descripciones propias de la época; pues los historiadores y comentaristas sociales han hecho generalmente mayor énfasis en el aspecto religioso, señalando que estos fenómenos ocurrían por mandato divino.

Considerando, la influencia de quienes describen estos fenómenos se ha podido extraer el concepto básico de cada acontecimiento, efectuándose una evaluación de los daños y efectos descritos para la consiguiente estimación de la intensidad sísmica registrada; así por ejemplo el terremoto del 23 de Febrero de 1807 registrado en el Catalogo de Terremotos para América del Sur (SISRA) se sintió con una intensidad de 5 M y que afectó principalmente a la Iglesia Matriz (edificación de mayor altura) cuarteando seriamente la Torre de las Campanas. Es importante destacar que en el correr del tiempo, la Iglesia afrontó una serie de refacciones, por los efectos destructivos de movimientos sísmicos y aún de terremotos como el ocurrido también el 1° de Noviembre de 1945, que la cuarteó seriamente y que posteriormente fue reforzado como se observa al presente.

Otro de los sismos que ha dañado notablemente a la ciudad de Jauja es el ocurrido el 01/11/1947 que tuvo una magnitud de 8,2 Ms (6,5 mb) y profundidad focal promedio de 70 kms. que causó numerosos desperfectos en sus construcciones de adobe; por sus efectos destructores tanto en edificios públicos como de viviendas, se estimó una intensidad que osciló entre los grados VIII y IX (M.M.). Mas de 100 réplicas fueron observados luego del

sismo de 1947, en un período de 15 días.

Posteriormente, el 24 de Julio y el 1° de Octubre de 1969, ocurrieron dos sismos superficiales (profundidad de 1 kms. y 5 kms. respectivamente) de los que se tiene la mayor información técnica-instrumental, así como defectos y daños para la evaluación de intensidades los que una vez estudiados han dado intensidades; para el de Octubre que oscilan entre XI y II M.M. , sintiéndose en Jauja con una Intensidad de IV a V (ver mapa de isosistas del 1° de Octubre de 1969), debiéndose está gran atenuación al carácter superficial de su foco ($h=5$ kms.)

En los anexos se presenta una serie [Ver Tabla 1] conformada por sismos ocurridos en la zona de estudio, extraído del Catalogo Sísmico para América del Sur (Proyecto SISRA-1985). Se observa los eventos sísmicos determinados por la red local y por la Red Mundial de estaciones uniformizadas (WWSSS) en los últimos 30 años, confirmando que la actividad sísmica en la región de estudio se concentra en una zona superficial que se desarrolla al NE del Valle del Mantaro y que esta relacionada con otras estructuras, siendo las de mayor importancia, desde el punto de vista sismotectónico, los sistemas de fallamiento activo de los Altos del Mantaro, la falla de Ricran y la del Huaytapallana.

En general, se puede concluir que la ciudad de Jauja sufrirá en el futuro, sacudidas similares a las del pasado. Los sismos registrados en la región en estudio (JAUJA) son de magnitud media , no superando en ningún caso la magnitud $M_s=7$ de la escala de Richter

3.5.- Sísmicidad Regional

La severidad máxima que se espera, que una zona determinada sea sacudida por un sismo dentro de ciertos períodos de tiempo, es en base a lo que ha ocurrido en el pasado, por lo tanto, la mejor manera de establecer parámetros que permitan un calculo probabilístico es tomando en consideración toda la historia sísmica de la Zona. En el caso del Perú y en particular de la zona de Junin, la historia sísmica se puede estudiar considerando tres aspectos perfectamente definidos, la Epoca Histórica, la Epoca Instrumental y la Sismotectónica.

3.5.1.- Sísmicidad Histórica

Hasta hace algunos años los Sismólogos reconocían la importancia del estudio de sismos históricos con el casi exclusivo objeto de prolongar hacia el pasado los Catálogos Sísmicos y así poder asegurar que los estudios estadísticos de Riesgo Sísmico estuvieran basados en datos que cubrieran uno o más períodos de recurrencia de los sismos de mayor magnitud. Sin embargo, en la actualidad se esta haciendo cada vez más evidente que los grandes terremotos se repiten, dentro de rangos prudentes de recurrencia temporal, casi siempre en los mismos lugares geográficos(8) .Procesos Aleatorios sólo parecen ser aplicables a sismos más pequeños, por lo que el uso de modelos Poissonianos en tiempo y espacio para el

tratamiento estadístico del Riesgo Sísmico debe ser combinado con otras técnicas, incluyendo métodos determinísticos, que reconozcan y hagan uso de los procesos físicos que controlan la generación de grandes terremotos.

Para nuestro caso, la Sismicidad Histórica, estará constituida por la información que aparece en las crónicas de los movimientos sísmicos desde 1500 (época de la Colonia) hasta el año 1913, en que comienza a disponerse de datos instrumentales. Esta información histórica es básicamente la que aparece en Polo (1898,1904), Silgado (1978) y Huaco (1980)(2).

La calificación de los eventos sísmicos para el primer período (1500-1900) se analiza desde el punto de vista cualitativo. Indudablemente, esta recopilación que sirve de fuente, no representa fielmente la actividad sísmica que ocurrió en ese entonces; pues algunos sismos fuertes y de mediana ó pequeña magnitud ocurridos en zonas despobladas, han pasado desapercibidas por la Historia.(5)

Aún así, por las descripciones existentes y haciendo una comparación con los sismos contemporáneos ocurridos en el presente siglo, podemos determinar que la mayoría de dichos eventos fueron de magnitudes mayores que 6 mb, llegando posiblemente a magnitudes extremas de 7.0 mb, como habría sido el caso del 28-10-1746 que tuvo una intensidad de IX que según Nomuera (Balle et al,1965) habría correspondido a una aceleración de 625 cm/sg². Los sismos históricos que seguramente han afectado con intensidades de consideración la zona de interés se dan en los anexos. También de esta recopilación de datos se desprende que en el Perú desde su Conquista, han ocurrido sismos gigantescos en la Costa de nuestro país, y que se observa en la siguiente relación:

1586 (09 de Julio)	mb (probable) 6.7 ó más.
1687 (20 de Octubre)	mb (probable) 6.7
1746 (28 de Octubre)	mb (probable) 6.8 o más
1868 (13 de Agosto)	mb (probable) 6.8 o más

3.5.2- Sismicidad Instrumental

Debido a la imprecisión del control de tiempo y a la calidad precaria de los primeros sismógrafos, los hipocentros determinados con datos provenientes de los sismos ocurridos en las primeras décadas de este siglo (XX) fueron muy imprecisos. Afortunadamente esta situación fue mejorando notablemente a inicios de los años 60 en que ya se utilizaron métodos más precisos para el cálculo de los parámetros como el uso de la magnitud mb que esta basada en la amplitud de las ondas p.

Durante el período de 1913-1978 ha ocurrido en el área un gran número de eventos sísmicos algunos de los cuales de carácter destructivo y que son descritos en los anexos (5).Del mismo modo, se puede concluir que se dieron sismos importantes en la zona de interés (posiblemente hasta de IX MM); específicamente en la porción Norte de la zona de interés. (9°

a 16° LS y 73° a 79° LW)

Por el contrario, en la porción Sur se dieron intensidades más moderadas (entre V y VII MM.), exceptuando los focos superficiales situados a 50 Kms. al Noreste de Huancayo. (HUAYTAPALLANA) donde los sismos de 1969 produjeron movimientos sísmicos con una intensidad localizada del grado XI.

En general; la actividad sísmica en la zona durante el período 1913-1974, se caracteriza por la ausencia casi total de sismos superficiales ($h < 33$ kms.), excepto en la zona próxima a Huancayo como se señaló anteriormente. La mayoría de los sismos; son de focos con profundidad mayores que 100 kms., especialmente en el Sector Norte; donde se tiene también el mayor índice de Sismicidad.

Según como se puede ver del Anexo de sismicidad instrumental, para indicar el tamaño del sismo, se utilizó la magnitud Ms., y este parámetro no es homogéneo a través de todo el período instrumental. Pues a partir de 1960 (1962-1974) se comenzó a generalizar el uso de la magnitud mb calculada en base a la amplitud de las ondas p de tal forma que con algunos casos se dispone de ambas magnitudes. Para corregir esta incongruencia, Huaco(1980) propuso, como ecuación de transformación de mb a Ms la siguiente:

$$mb = 3,3 + 0,42 Ms$$

Con la ecuación propuesta, se han conseguido una homogeneización de las magnitudes para todo el Catálogo Sísmico para eventos ocurridos entre 1500 a 1990 en la actualidad.

3.6.- Sismotectónica Regional

La superposición de los mapas de las intensidades sismo-históricas, de las unidades de deformación tectónica y el de distribución de intensidades máximas, permitió elaborar en el IGP (Deza y Carbonell) el Mapa Preliminar de Regionalización Sismotectónica del Perú con las máximas intensidades esperadas .

Se puede observar en el mapa ciertas discontinuidades de carácter regional, que dividen el panorama tectónico de esta región en varias provincias tectónicas (Berrocal, 1974) separados por zonas de "transición" sismotectónicas (Deza y Carbonell, 1978) todas ellas normales a la zona de subducción o formando ángulo con esta. Estas provincias tectónicas tienen características específicas como diferente grado de deformabilidad, constitución litológica y épocas de formación que influyen en la actividad sísmica que ocurre en cada una de ellas (5).

La interpretación de la superposición de los resultados anteriores dio lugar a la existencia de 7 zonas bien definidas que se agrupan de acuerdo a la máxima intensidad en tres rangos de intensidad. Para la zona bajo estudio se considera posibles intensidades máximas iguales o mayores que IX MM y que comprende a 4 zonas sismoactivas del presente siglo en el que se ha observado fallamiento superficial y es "probable" que en el futuro continúe apareciendo dicho fallamiento, asociado con los sismos que ocurran en esta zona.(falla del Huaytapallana)

3.7.- Datos estadísticos

Algunos trabajos de Sismicidad se representan tanto cualitativamente (mapas de epicentros y perfiles sísmicos, mapas de isosistas), como cuantitativamente con relación al espacio (mapas de liberación de energía y de flujo tectónico). Para esta parte se ve como representar cuantitativamente la Sismicidad del área con respecto al tiempo, y realizar las comparaciones que nos permitirán dimensionar los niveles de Sismicidad ó el grado de ser Sísmico existentes en las diferentes zonas dentro del área de estudio.(5)

El PELIGRO SISMICO, como se dijo anteriormente es la descripción probabilística de la severidad del movimiento sísmico del suelo en un sitio o dentro de un área dada y en un período de tiempo dado. Esta severidad del sacudimiento puede expresarse en términos de aceleración, velocidad o desplazamiento del suelo, en grados de intensidad macrosísmica o en "cualquier parámetro físico que pueda utilizarse para especificar las características del movimiento del suelo".(UNDR0-1982 Akkas, 1982)

La severidad sísmica con la cual podría ser probabilísticamente sacudido un determinado sitio fue descrito por Cornell y Van Marcke (1969) y aplicado en el Perú por Huaco (1980, 1982). Siguiendo la Metodología establecida por los autores antes mencionados, se ha evaluado el Peligro Sísmico para la parte central del Perú. (2) utilizando para ello el programa de Mc. Guire(1976).

La información sísmica utilizada para esta parte fue obtenida del Catalogo Sísmico actualizado del I.G.P. (Huaco, 1986) complementado con información en tiempo real (AUTOSEIS) desde 1983 y la información histórica desde 1500. Los eventos ubicados en el área de estudio fueron evaluados considerando sus parámetros focales, con el objeto de obtener una información más representativa. Las figuras 4a y 4b presentan la Sismicidad del área de estudio para los períodos 1900-1981 y 1982-1986 respectivamente.(2)

En ellas se observa un incremento de la sismicidad a partir de 1982, debido esencialmente a una mejora en el nivel de detección en tiempo real. Para este estudio se consideraron solamente eventos con magnitudes (mb) mayores a 2,5.

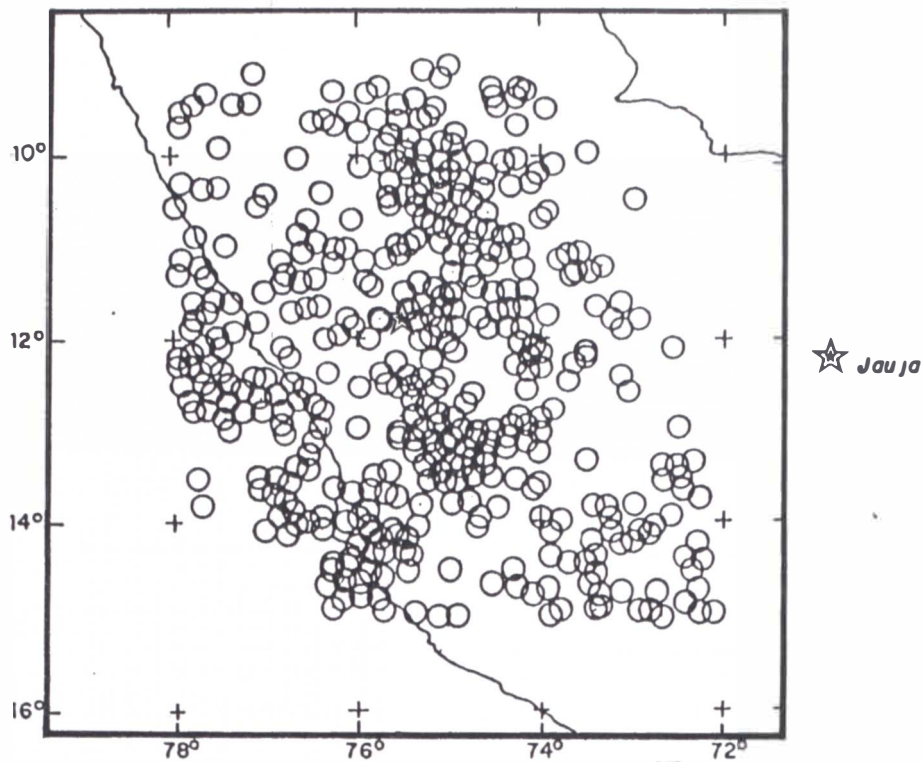
El análisis de la sismicidad de la región a fin de evaluar su peligro sísmico, ha permitido identificar tres fuentes sísmicas, cada uno de estas dividida en dos sub-fuentes.

3.7.1.- Aceleraciones e Intensidades del área de estudio

Muchos autores como Schnabel y Seed (1973), Trifunac y Brady (1975), han tratado a nivel mundial el problema de las aceleraciones, considerando este parámetro en función de la magnitud del sismo y de su distancia epicentral.

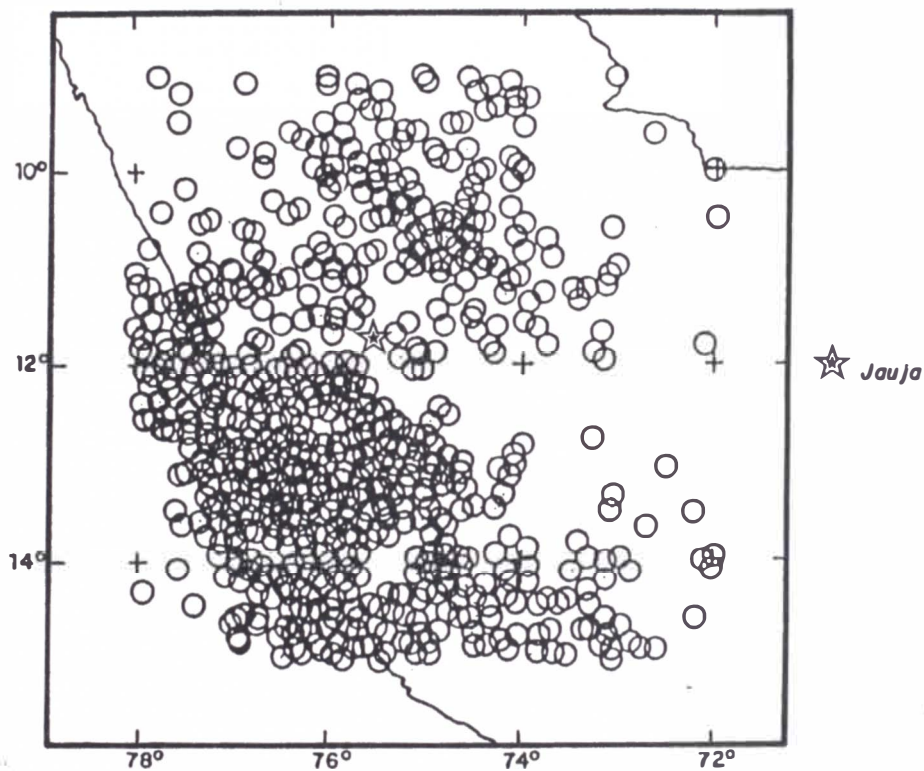
Por cierto, la atenuación de la Energía Sísmica es la fuente más importante y de mayor incertidumbre en los estudios del Riesgo Sísmico.

En la presente evaluación se emplea la ecuación obtenida por Huaco (1982), la misma que



**FIG.4a SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO
PARA EL PERIODO 1900-1981**

Fuente: Programa RISK del I.G.P.
para la Region Central del Perú



**FIG.4b SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO
PARA EL PERIODO 1982-1986**

Fuente: Programa RISK del I.G.P.
para la Region Central del Perú

puede ser empleada para fuentes con sismos superficiales y profundos.

En las figuras 5a y 5b se presenta la distribución de las máximas aceleraciones en Gals, obtenidas para períodos de retorno de 50 y 100 años en la zona de estudio(2). Se puede observar que las regiones que soportarían máximas aceleraciones para períodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente son:

PERIODO DE RETORNO (50 AÑOS) 1 GALS = 1 cm/sg²

LOCALIDAD	ACELERACIONES ESPERADAS (GALS)
OXAPAMPA	440 G.
HUANCAYO, CONCEPCION, SATIPO, HUAYTAPALLANA	420 G.
JAUJA	425 G.
LIMA	390 G.

PERIODO DE RETORNO (100 AÑOS) / 1 GALS = 1 cm/sg²

LOCALIDAD	ACELERACIONES ESPERADAS (GALS)
OXAPAMPA	490 G.
HUANCAYO, CONCEPCION, SATIPO, HUAYTAPALLANA	470 G.
JAUJA	480 G.
LIMA	450 G.

Se observa que la distribución de aceleraciones en la parte Oriental del País coincide con el trabajo mostrado por Vargas (1982) pero que en la parte Central y Occidental se observan diferencias considerables y aún zonas de vacío, estas zonas son mostradas con mucho mas detalle en el presente trabajo.(2)

La diferencia de los valores hallados es razonable dado que se utilizaron distintas curvas de atenuación, así como diferentes densidades de información sísmica.

Después de Richter (1958), varios autores han deducido ecuaciones de equivalencia entre las aceleraciones del suelo y la intensidad de un evento. En el presente trabajo para la evaluación del Peligro Sísmico hemos considerado la ecuación de atenuación obtenida por Huaco.(1980).

Asimismo, las máximas intensidades esperadas para períodos de retorno de 50 años y 100

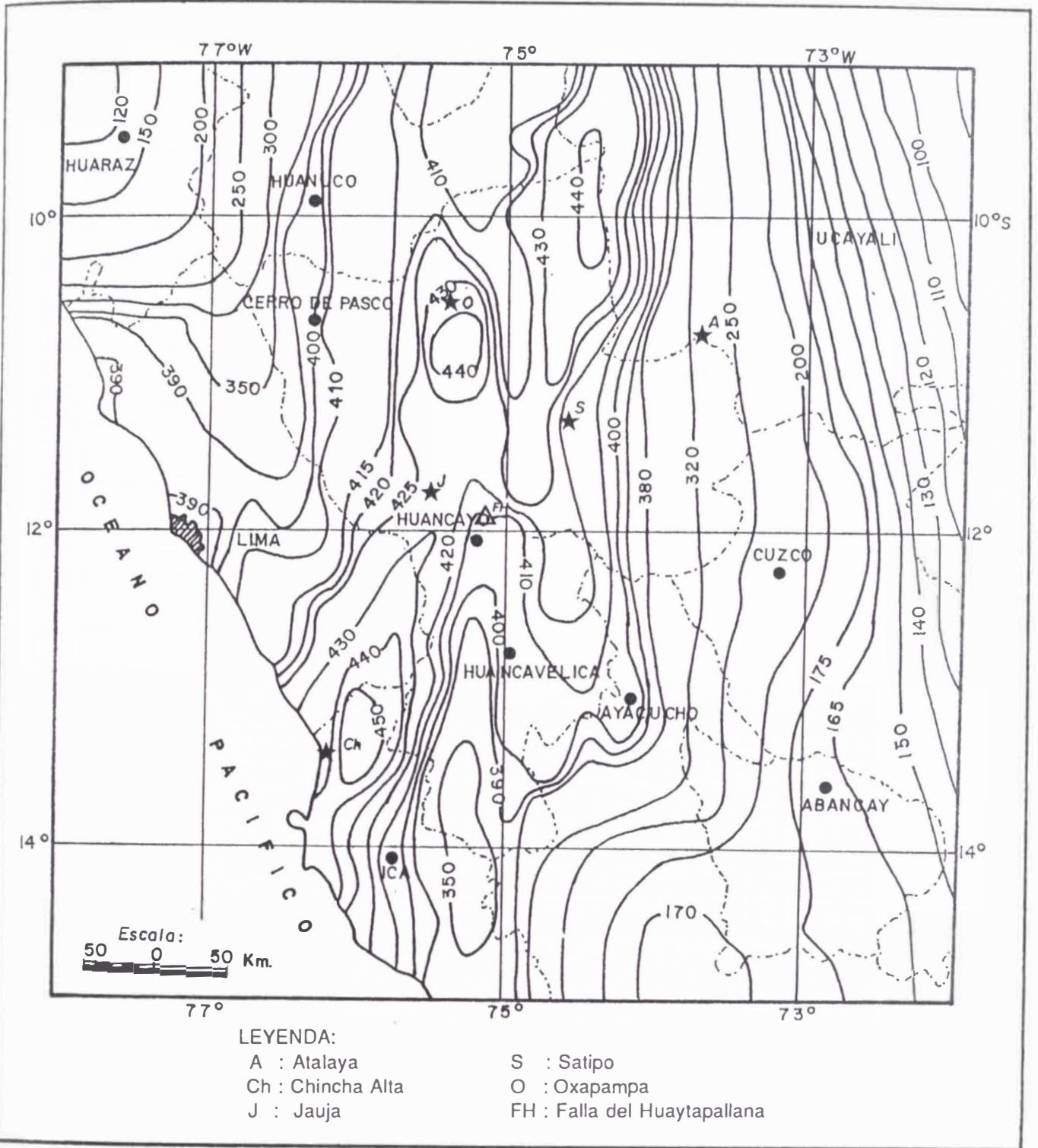


FIG 5a MAPA DE ACELERACIONES MAXIMAS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS EN GALS

Esc: 1: 2000000 / Fuente I.G.P.

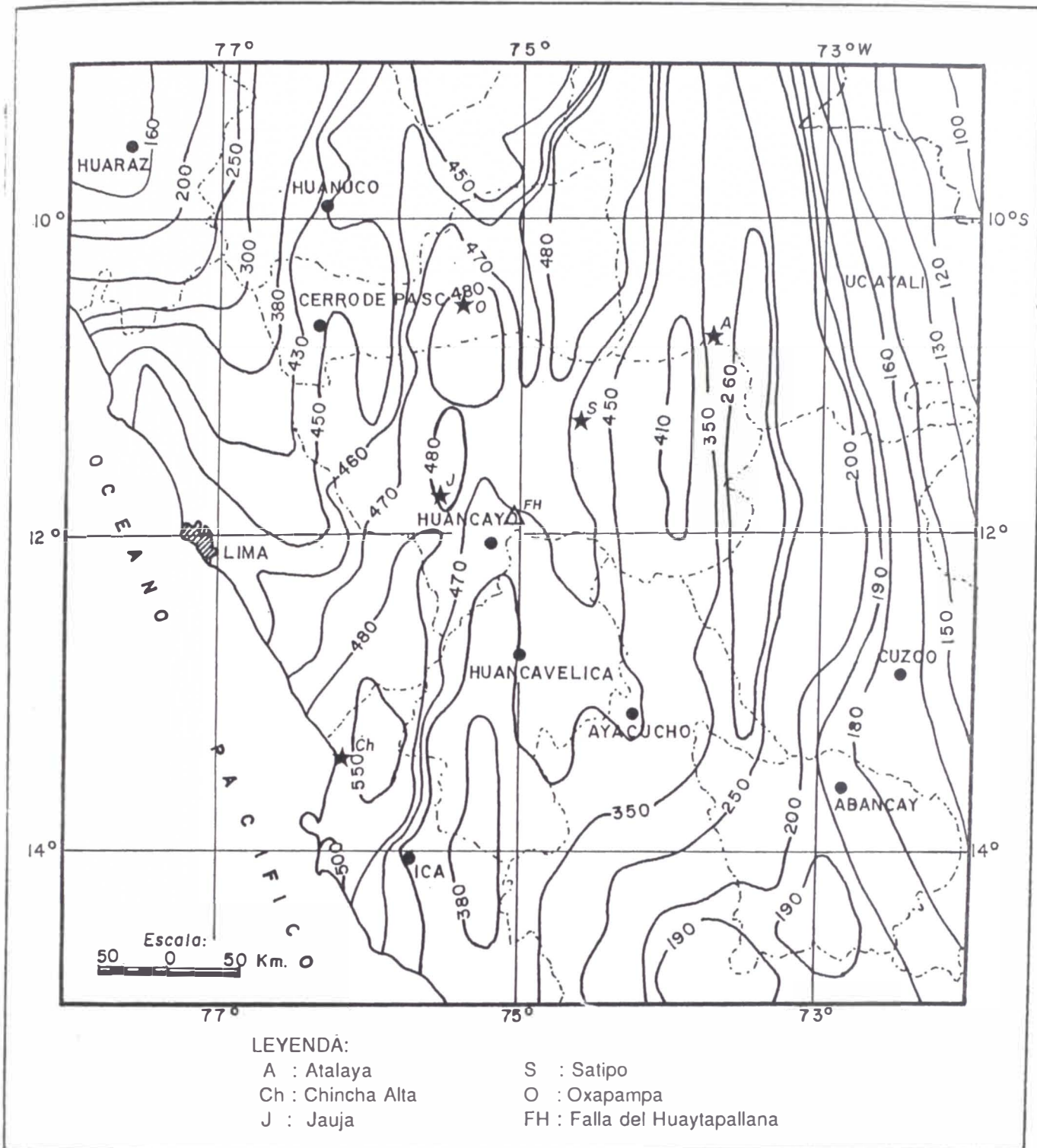


FIG. 5b MAPA DE ACELERACIONES MAXIMAS PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS EN GALS

Esc: 1: 2000000 / Fuente I.G.P.

años son presentados en las figuras 6a y 6b (2) y son:

PERIODO DE RETORNO (50 AÑOS)

LOCALIDADES	INTENSIDADES MAXIMAS ESPERADAS (MSK)
HUANCAYO, CONCEPCION	
JAUJA, SATIPO, LIMA	
OXAPAMPA	X MSK

PERIODO DE RETORNO (100 AÑOS)

LOCALIDADES	INTENSIDADES MAXIMAS ESPERADAS (MSK)
OXAPAMPA	XI MSK
HUANCAYO, CONCEPCION,	
JAUJA, SATIPO, LIMA	X MSK

Nota: Todas las Intensidades Macrosísmicas están en M.S.K. (Medvedev-Spanheuer-Kárnik) versión 1974, 12 grados.

Como se ve el nivel del peligro para el área de Huancayo y Jauja es alto. La severidad de sacudimiento excedería el grado IX MSK. Sin embargo, debido a la presencia a menos de 25 Kms. de distancia de la falla sísmicamente activa de Huaytapallana, el nivel de Peligro Sísmico potencial para Huancayo y Jauja es probablemente mayor.

Finalmente, en el año 1975 en un informe preparado por el I.G.P. relativo a la Sismicidad para el Proyecto de derivación del río Mantaro a Lima, se llevaron a cabo una serie de aproximaciones en lo que se refiere al período de retorno que tienen los eventos de magnitudes iguales o mayores a cierto valor, aplicando para ello el método de Gumbel de valores extremos.

En la tabla 3.1, se presenta el número de sismos con $m_b \geq 6.0$ que han ocurrido en cada uno de las 5 zonas (que se grafica en la figura 2), durante los períodos de sismos antiguos (1913-1962) y sismos modernos (1963-1974). La razón entre el tamaño de estos dos períodos es de 4 a 1 aproximadamente

De acuerdo a este criterio, se confirma la inferencia de una mayor actividad sísmica en las zonas 3 y 4 que podría emularse en las futuras 3 a 4 décadas (a partir de 1963) con relación a las otras zonas de estudio.

Estos últimos resultados deben ser considerados como una buena aproximación del régimen que controla la actividad sísmica del área de estudio y de sus diferentes zonas, sobre todo en

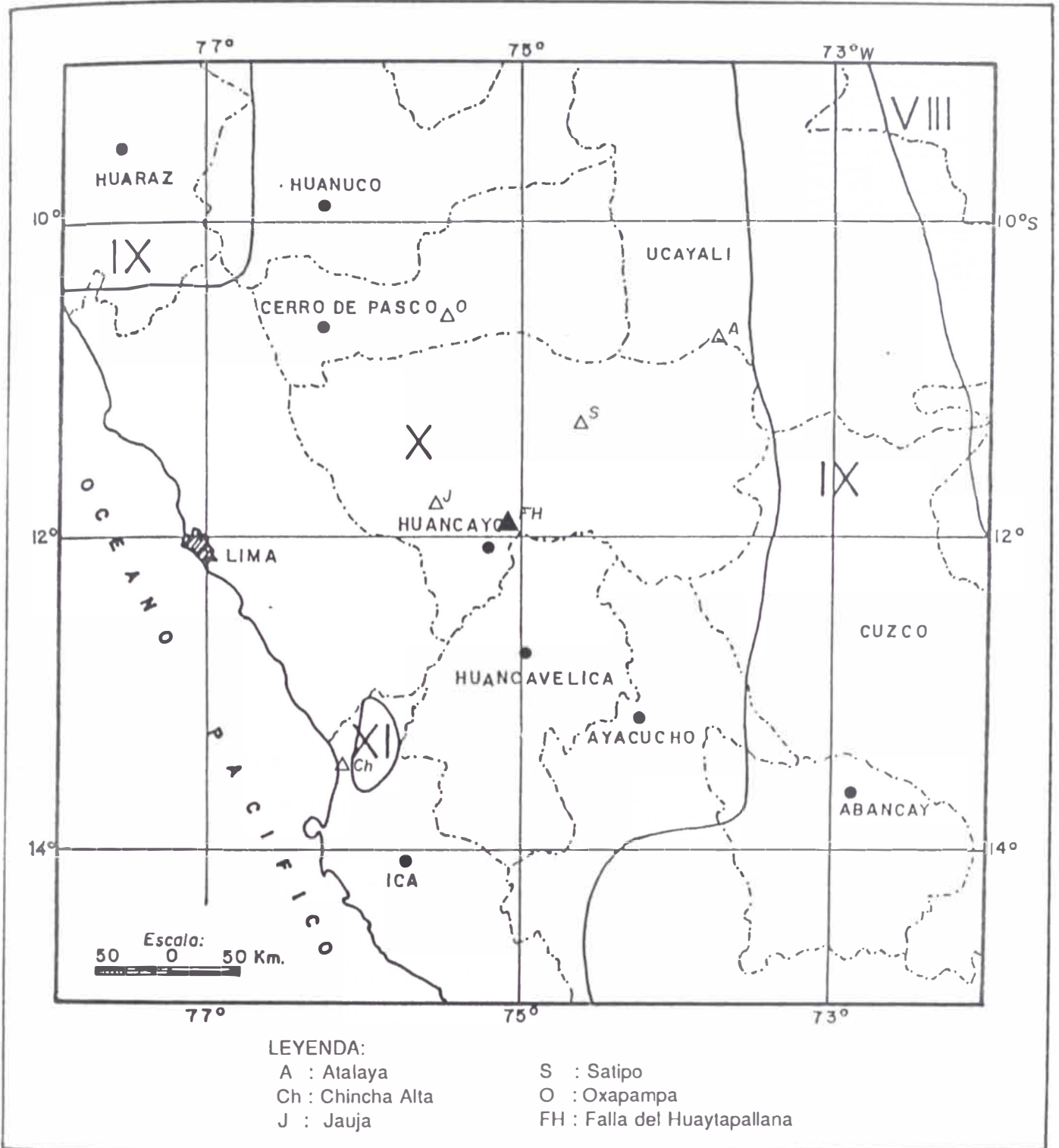
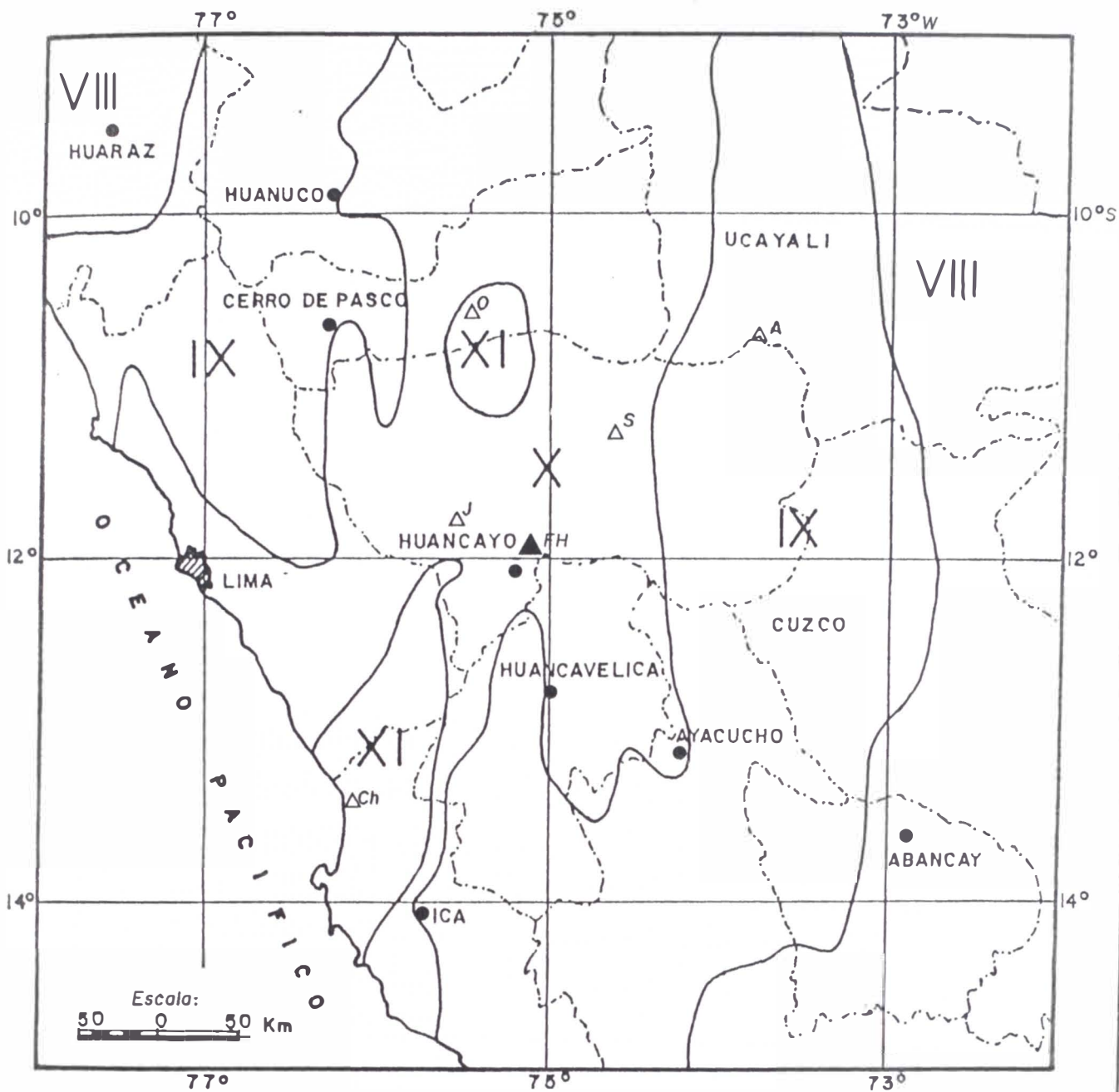


FIG. 6a MAPA DE MAXIMAS INTENSIDADES PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS EN M.S.K.

Esc: 1: 2000000 / Fuente I.G.P.



LEYENDA:

A : Atalaya

Ch : Chincha Alta

J : Jauja

S : Satipo

O : Oxapampa

FH : Falla del Huaytapallana

FIG. 6b MAPA DE MAXIMAS INTENSIDADES PARA EL PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS EN M.S.K.

Esc: 1: 2000000 / Fuente I.G.P.

lo que concierne a los sismos de gran magnitud. ($mb > 6,6$) pues las formulas de calculo para obtener estos resultados ya no son muy confiables.

TABLA 3.1

NUMERO DE SISMOS CON $mb \geq 6,0$ OCURRIDOS EN LAS CINCO ZONAS

ZONA	ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5	
años	50	12	50	12	50	12	50	12	50	12
6,0 mb	1	3	1	1	9	-	5	1	3	1
6,1 mb	-	-	2	-	1	-	4	-	-	-
6,2 mb	1	-	2	-	2	-	2	-	-	-
6,3 mb	-	1	4	1	8	-	2	-	1	-
6,4 mb	3	-	-	-	2	-	1	-	1	-
6,5 mb	-	-	-	-	3	-	1	-	1	-
6,6 mb	-	1	-	1	3	-	4	-	2	-
6,7 mb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,8 mb	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Total	5	5	9	3	29	0	19	1	8	1

B) SISMICIDAD LOCAL

3.8.- Sismicidad del valle del Mantaro y la falla del Huaytapallana

3.8.1.- Sismicidad histórica e Instrumental antes de 1969 en el Huaytapallana:

Los Boletines del Centro Sismológico Internacional (ISC) del Servicio de Información de Sismos Nacionales (NEIS) y el Catalogo de Hipocentros e Intensidad de Sismos en Sud-America (CERESIS, 1985) dan reportes de sólo tres sismos de la corteza en la Región en estudio: 20 de Setiembre de 1939, 22 de Enero de 1963 y el 21 de Setiembre de 1968. Sus profundidades fueron estimadas en 60, 40 y 70 kms. respectivamente.

La incertidumbre de los parámetros focales de los primeros dos eventos, y el hecho que la losa subductada es sólo de 100 kms. bajo la región en estudio, no permitio asegurar una afirmación clara del evento. (Barazangi y Isacks, 1979). Ninguna magnitud fue reportada para los dos primeros sismos, pero al tercero se le ha dado un valor de $mb=5.0$. De cualquier forma, según el catalogo de CERESIS, estos efectos no fueron sentidos por la población.

Los primeros sismos ubicados exactamente en las vecindades del Valle del Mantaro son los dos eventos del 24 de Julio de 1969 ($M_s=5.7$) y del 01 de Octubre del mismo año ($M_s=6.2$).

Estos fueron ampliamente sentidos en el área de estudio, produciendo severos daños a los pueblos de Acaopalca, Chilifruta y Pariahuanca, de 20 a 40 kms. al este de Huancayo. Murieron 130 personas. En esa ocasión la falla del Huaytapallana fue reactivada mostrando rupturas de superficie. La intensidad fue moderada en Jauja (V M.M.) y en Huancayo, Concepción y parte central de la Cuenca (Silgado, 1978) la intensidad alcanzó a VII M.M. Intensidades del mismo nivel y mayores fueron reportadas anteriormente en Jauja y Huancayo para sismos que ocurrieron en zonas distantes, particularmente aquellos del cinturón sísmico Subandino, que limitan con los Altos Andes hacia el Este (Dorbath et al, 1986). Por ejemplo, el 11 de Enero de 1947, terremoto en Satipo ($M_s=7,5$) cuyo epicentro está localizado a 150 kms. al Este de Huancayo, fue sentido a lo largo de toda la Cuenca del Mantaro, con una intensidad de VI M.M. Como la Cordillera Oriental y la Zona Subandina están pobladas en forma esparcida, hay una falta de información en lo que concierne a los efectos macrosísmicos de antiguos terremotos. Es por esta razón que no se puede distinguir entre eventos de la vecindad del Valle y aquellos que ocurren en la Zona Sub-andina; anteriores a la llegada del instrumental sísmológico. Y también no podemos determinar a partir de estos escasos datos históricos, eventos comparables en tamaño a los ocurridos en 1969 desde la Conquista Española. La única forma de estimar el tiempo de recurrencia de tales eventos es a través de estudios Paleosísmicos y mediante zanjas de corte en declive sobre la zona de la falla del Huaytapallana (L. Blanc, 1984).

3.8.2.-Sismicidad desde 1969 al presente.

Los dos sismos del Huaytapallana son los mayores eventos principales de corteza que han ocurrido en los Altos Andes del Perú desde el desarrollo de la Sismología Moderna y que han sido estudiados extensivamente a la fecha (Stauder, 1975; Suarez et al, 1983; Chinn and Isacks, 1983). Sus profundidades fueron menores a 10 kms. y produjeron rupturas de superficie a lo largo de la falla. La falla era conocida en aquella época, pero no como activa. Las deformaciones de la superficie han sido estudiadas por Deza (1971), Philip y Megard (1977), L. Blanc (1984) y Sebrier et al (1988).

Debido a estos sismos dos segmentos fueron reactivados y que están separados por una abertura de 4 kms. donde ninguna ruptura fue observada. (7)

Los momentos sísmicos que fueron de $1,8 \times 10^{25}$ ergios (Julio) y $9,8 \times 10^{25}$ dinasxcm (Octubre) según Suarez, originaron para el de Julio (segmento Sur N 300°) una ruptura de 4 kms. de longitud, un deslizamiento de avance lateral izquierdo de 0,7 mts. y ordenada vertical de 1,8 metros. Y para el de Octubre (segmento Norte N 320°) una ruptura de 9,5 kms. de longitud y una ordenada vertical de 2 metros sin evidencia de una componente de deslizamiento de avance (L. Blanc, 1984). Observaciones en campo indican claramente los movimientos verticales inversos sobre ambos segmentos, con planos buzando en pendiente hacia el NE.

De producirse la ruptura de la abertura de 4 kms., que separa los dos segmentos, produciría un sismo muy comparable en magnitud al de Julio de 1969.

Vale la pena hacer notar en esta parte que el precursor, que ocurrió el 21 de Setiembre de 1968 fue localizado por el ISC en el mismo lugar que el sismo de Julio de 1969. Su magnitud ($m_b=5,0$) y el hecho que no fue sentido en el área indica que fue muy débil como para llenar esta abertura, y que más bien actuó como una barrera durante el proceso de 1969 y no fue una aspereza o ruptura previamente desfasada. Posteriormente sólo 3 eventos confiables que podrían ser relacionados a las fallas del Huaytapallana han sido ubicados por el ISC y el NEIS desde Enero de 1970: 29 de Setiembre de 1970 ($m_b=4,5$), 23 de Noviembre de 1970 ($m_b=4,9$) y el 16 de Agosto de 1980 ($m_b=4,7$). Aquí parecería haber un período de 10 años de silencio sísmico. Sin embargo, un cuidadoso examen de los sismógrafos del Observatorio de Huancayo (HUAYAO), revela una actividad permanente con un promedio de 1 a 3 microsismos por semana. En efecto el evento del 23 de Noviembre de 1970 fue seguido por 75 repentinos movimientos durante la siguiente semana, y aquel de 1980 por 13 movimientos repentinos en el mismo período de tiempo.

3.9.- La falla del Huaytapallana

Durante Julio y Agosto de 1985 un sistema microsísmico fue operado por ORSTOM, el Instituto del Globe de Strasbourg y por el Instituto Geofísico del Perú, con el objetivo de controlar la Sismicidad Terrestre de la Cordillera Oriental y las faldas de las lomas amazónicas de los Andes y prestar una atención especial al área del Huaytapallana. Para el efecto se utilizaron 20 estaciones algunas de las cuales fueron ubicados a menos de 40 kms. de la falla. Ninguna estación fue instalada en la Cordillera Occidental durante este experimento.

Los resultados describen algunos eventos superficiales (profundidades menores a 10 kms.) que se concentran en el flanco Occidental de la Cordillera Oriental cerca de 20 kms. al Norte de Concepción [Ver figura 7], y se le denominó el GRUPO SACSACANCHA.

Otra concentración apareció en la extremidad Sur-Este de la región durante una crisis de 2 días, denominada grupo PAMPAS. Cerca de 10 eventos se localizaron en esta concentración, pero sus distancias a estaciones cercanas son demasiado grandes como para permitir una buena resolución en la profundidad focal que probablemente no exceden los 15 kms.. Estas dos pequeñas concentraciones sísmicas fallan sobre la zona de fractura de Ricran como se observa en la figura 7, la cual había sido considerada inactiva hasta ahora.

De otro lado, algo de 45 sismos han sido localizados en la vecindad al sistema de fallas del Huaytapallana durante las 8 semanas de trabajo que involucró el experimento. Todos los epicentros tienden al Este y siguen la misma dirección general (NNO/SSE) como las fallas reactivadas, formadas durante los eventos de 1969, pero a distancias de alrededor de 5 kms. Esta distribución espacial esta muy de acuerdo con las observaciones de campo geológicas, neotectónicas y con el plano nodal buzante al Este (45° a 50°) de los sismos de 1969.

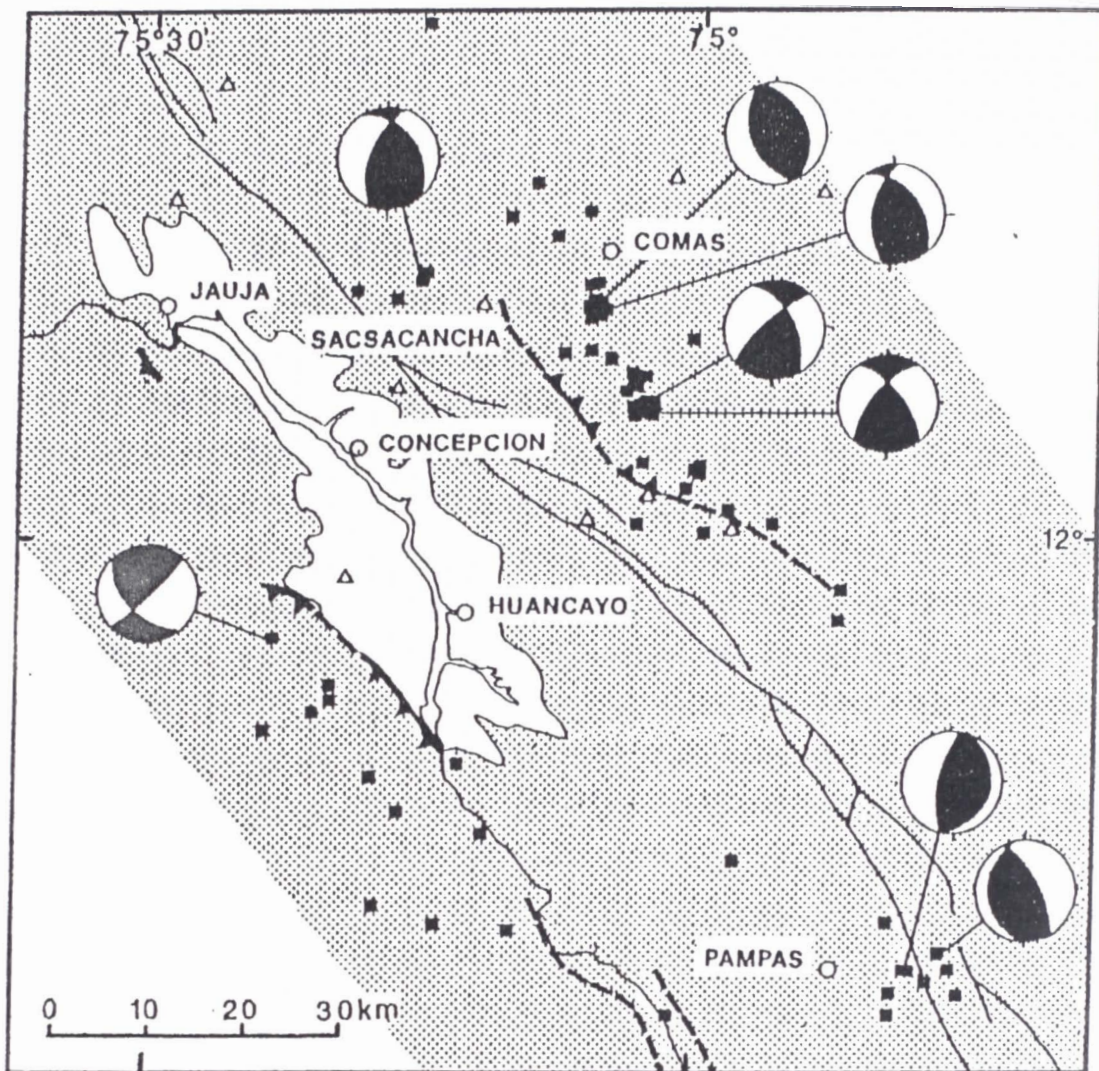


FIG.- 7 Sismicidad del Valle del Mantaro (cuadrados oscuros) y mecanismos focales de los seleccionados. Los triangulos claros son estaciones sismicas y los circulos claros son pueblos. La region sombreada esta sobre los 3500 m.s.n.m. de altitud. Las lineas solidas y discontinuas son fallas segun F. Megard (1978) y J.L. Blanc (1984). Las lineas continuas y tenues son la Zona de Fracturas de Ricran, que parecen ser inactivas, excepto por el nido de PAMPAS.

Fuente: Seismicity of the Huancayo Basin and the Huaytapallana / C. Dorbath, A. Cisternas, M. Sebrier et al.

Desde 1980, ni el ISC ni el NEIS, reportan sismos algunos en la vecindad de la falla. Por supuesto, la actividad observada en la Campaña de 1985 dentro de las aberturas sin quebrar durante la secuencia de 1969; aparecería como un fenómeno precursor anunciando probablemente dos sismos principales o importantes. Bajo esta hipótesis, el primero ocurriría donde la falla cambia de dirección (de N120° a N140°). Este sismo tendría una magnitud similar a la del 24 de Julio de 1969.

El segundo podría ocurrir sobre una extensión Norte de la falla, que aún no ha sido reconocido totalmente. De esta manera, es difícil predecir la intensidad de un sismo futuro eventual en esta zona. De cualquier forma de acuerdo a las dimensiones de las concentraciones de la Campaña de 1985, se podría esperar que sería tan fuerte como el primero.

3.10.-La Zona de Fracturas de los Altos del Mantaro

Por primera vez, se registra una notable y a la vez restringida Sismicidad Terrestre debajo de la Cordillera Occidental en las Altas Mesetas. Si bien la calidad de las localizaciones sufren tanto a grandes distancias como las más cercanas a las estaciones del Sistema temporal, a su vez se benefician por la proximidad del Observatorio de Huancayo cuyos datos aumentan la precisión de las determinaciones.

Estos eventos definen una banda de longitud de 40 kms. en una dirección NO/SE, paralelo al valle del Mantaro y sus profundidades no exceden los 15 kms.

Todos los epicentros se ubican al Oeste de la Zona de fractura de los Altos del Mantaro; a una distancia media de 8 kms.(Ver figura 3 del capítulo 2). Como las fallas de esta zona buzan al Oeste, es razonable asociar esta actividad sísmica observada con la zona de Fracturas de los Altos del Mantaro, el cual parece ser una zona de actual deformación activa. Un examen de los boletines sísmicos del Observatorio de Huancayo, revelan desde 1960 una actividad continua en el instante (s-p=0 a 3.5 seg). Este parámetro corresponde a distancias que varían de 0 a 20 kms., que sin lugar a dudas corresponden a los Altos del Mantaro y sin posibilidad de confusión con otras zonas sísmicas.

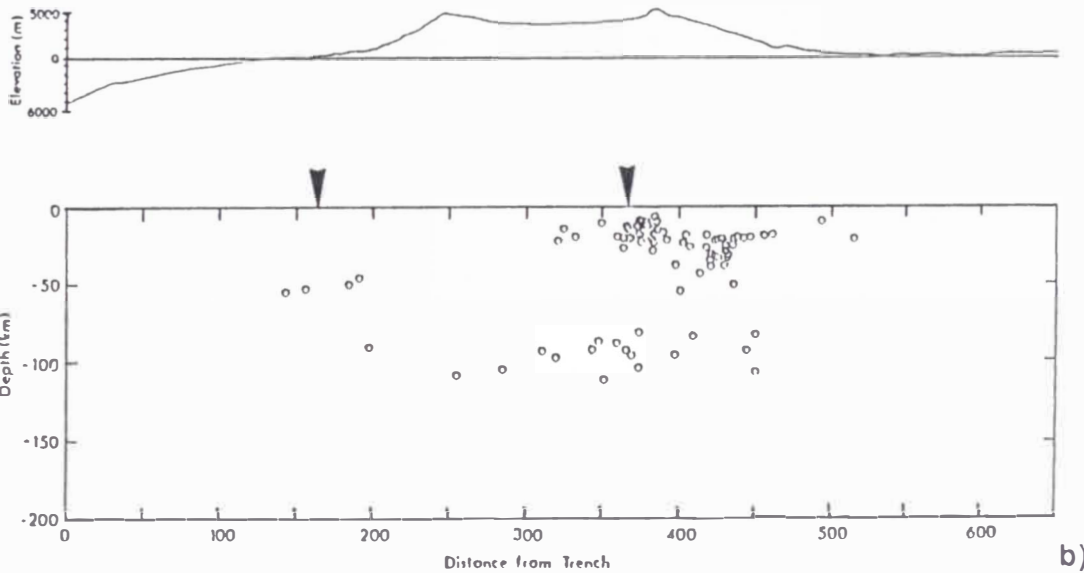
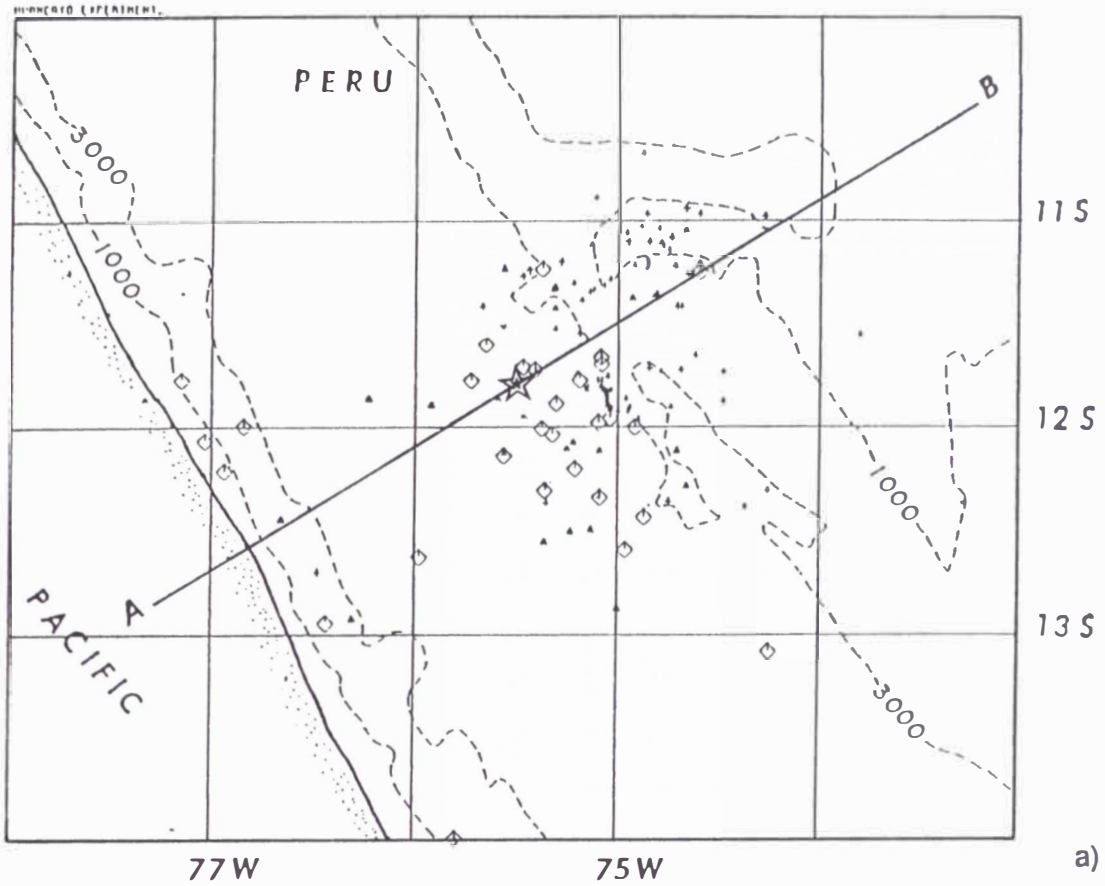
3.11.- Sismicidad y estilo de deformación tectónica de los Andes Peruanos

Esta parte fue extraído del trabajo presentado por G. Suarez et al y que esta basado en un estudio microsismico llevado a cabo en los Andes Centrales en 1980.

La Sismicidad revela que la mayor intensidad de deformación sísmica ocurre en el borde Occidental de los Sub-Andes. Es decir, que la mayoría de los microsismos son localizados al Este de la principal Cordillera Andina, bajo áreas de bajo relieve topográfico.

Un total de 344 sismos de tierra fueron registrados durante el experimento y fueron localizados en un área de extensión de 400 x 400 Kms. aproximadamente, que comprende la falla del Huaytapallana, en la Cordillera Oriental y el borde Occidental de los Sub-Andes.

LEYENDA: LAS CRUCES INDICAN SISMOS CON HYPOCENTROS MENORES DE 50 KMS., Y LOS TRIANGULOS EVENTOS MAYORES DE 50 KMS. LOS DIAMANTES ABIERTOS INDICAN LAS LOCALIZACIONES DE LAS ESTACIONES USADAS PARA UBICAR LOS SISMOS. LA LINEA PUNTEADA MUESTRA EL CONTOURNO TOPOGRAFICO DE LOS ANDES CENTRALES



LEYENDA: LA CABEZA DE FLECHA VERTICAL (1) EN EL TOPE DEL CUADRANTE INDICA LA LOCALIZACION DE LA LINEA DE COSTA Y LA (2) LA FALLA DEL HUAYTAPALLANA. UNA TOPOGRAFIA SIMPLIFICADA A LO LARGO DE LOS ANDES DE LA MISMA SECCION TRANSVERSAL ES MOSTRADA EN EL TOPE DE LA FIGURA.

FIG.- 8 a) EPICENTROS DEL CATALOGO DE MICROSISMOS BIEN LOCALIZADOS. LA SECCION TRANSVERSAL A-B SE MUESTRA EN LA FIGURA INFRA.

b) LOS CIRCULOS ABIERTOS SON LOS HYPOCENTROS DE LOS MICROSISMOS PROYECTADOS EN LA FIGURA ANTERIOR.

Fuente: Tectonic deformation of the Andes and the configuration of the subducted slab in Central Perú; G. SUAREZ ET AL.

En esta última zona, la sismicidad alcanza profundidades de alrededor de 35 a 40 kms. razón por la cual la mayor parte de los sismos son de corteza, muy pocos fueron localizados a profundidad de entre 40 y 50 kms. Dentro de los ALTOS ANDES, solo la falla del Huaytapallana en la Cordillera Oriental, muestra un alto grado de actividad sísmica. Aquí las soluciones de los planos de falla de los microsismos de tierra son similares a aquellos dos grandes sismos que quebraron la falla de 1969. La actividad microsísmica en la vecindad de la falla siguen una dirección NW-SE paralelo a la superficie de falla mapeada.

De otro lado, el Altiplano, aparece siendo relativamente asísmico, pues la Sismicidad de corteza es bajo según se muestra en las figuras 8a y 8b. En efecto, pues la mayoría de los movimientos de corteza que ocurrieron durante el experimento inundaron bajo la margen Este de la Cordillera Oriental y en los Sub-Andes, sobre un área aproximada de 100 kms. de ancho. De este modo el Altiplano aparece siendo bastante estable, y no sujeta a deformaciones orogénicas tan intensas como aquella que afecto parte de la Cordillera Este y el conjunto del Oeste de los Sub-Andes.

Finalmente, microsismos de profundidad intermedia, grabados durante el experimento muestran una zona sísmica plana de alrededor de 25 kms. de espesor y localizada a una profundidad entre 85 a 110 kms. , y se define una zona sísmica delgada que bajo la placa de los Andes, sigue horizontalmente por arriba de la distancia de 500 kms. de la fosa, esto es compatible con los resultados obtenidos en el Sur del Perú, el cual sugiere que la primera losa (Oceanica) se sumerge con un ángulo de alrededor de 30° y luego se aplana siguiendo una trayectoria horizontal (Hasegawa & Isacks,1981; Grange et al,1984; Schneider & Isacks,1987). Las soluciones de los planos de falla de los microsismos de profundidad intermedia muestran ejes T casi horizontales orientados en la dirección del movimiento relativo de Placas (Este-Oeste) que sugieren una losa arrastrandose que es la fuerza dominante que presenta la losa que subduce (Oceánica).

3.12.- Conclusiones

1) La existencia de las unidades de deformación correspondientes a los ciclos Precámbrico y Paleozoico, bordeada por unidades de deformación más modernas, es un aspecto determinante que es responsable de la actividad sísmica superficial y normal en el interior del área continental (Zona 4). Asimismo la presencia de la dorsal de Nazca; y de la zona de transición sismotectónica (Deflexion de Abancay) situada entre los paralelos 13,5° y 14° Sur, dividen el área en cuestión en dos porciones con características sismotectónicas diferentes en donde la parte norte del área ha sufrido sacudidas de mayor intensidad. La zona de interés del presente estudio se halla situada en la porción norte de esta zona de transición sismotectónica. Es por esta razón que las zonas de mayor influencia son en orden de importancia, la zona 4 (existen sistemas de fallas), la zona 2 (tectónicamente similar a la 1) y la zona 1 (gran concentración de sismos superficiales e intermedios). (5)

2) Los datos de sismos históricos, ocurridos en el área de estudio dan cuenta de una actividad sísmica apreciable entre los siglos XVI y XX, sin embargo, todos ellos fueron catalogados sólo porque habían afectado Lima y otras ciudades importantes del País, lo cual presume que pudieron haber ocurrido, en ese mismo período sismos importantes en otras regiones del País. De la misma forma, las fuentes históricas, nos ilustran acerca de la frecuencia e intensidad de los terremotos ocurridos en los últimos 500 años y desde comienzos del presente siglo (se tiene información de eventos sísmicos detectados por los sismógrafos). Pero el período para el cual se tienen datos es insignificante en el contexto de un proceso de millones de años. Prueba de ello es el mapa sísmico del Perú, que recoge toda la información instrumental correspondiente a los últimos 80 años; es una foto instantánea, pero ciertamente válida considerando las escalas de tiempo geológico, por cuanto más preocupa lo que va a suceder en los próximos 100 ó 200 años.

3) Los sistemas de fallas existentes en el área de estudio están estrechamente relacionadas con la actividad sísmica superficial ó normal ($h \leq 62$ kms.), hecho este que se presenta más claramente en la zona 4, según se puede observar en los mapas anteriores. Las zonas de mayor influencia en el Riesgo Sísmico existente en la zona de interés, son las zonas 4 ; 2 y 1 en ese orden de riesgo decreciente. Así como la porción sísmica situada en el norte del departamento de Lima. Las zonas con mayor probabilidad de alto índice de Sismicidad en los próximos 30 o 40 años son las zonas 3 y 4, así como la porción sísmica situada en el norte del departamento de Lima, según lo sugerido por los mapas de Sismicidad resultantes del Proyecto.(5)

4) El calculo del Riesgo Sísmico se realizó utilizando el Programa de Robin Mc Guire, mediante el cual se logra representar eficientemente la superficie de Benioff dividiendo las fuentes en subfuentes a diferentes profundidades, lográndose así un modelo más realista de la actividad sísmica. Las intensidades máximas observadas en la zona de interés, para períodos de retorno de 50 años, sobresalen en la región de Huancayo, Concepción, Jauja, Satipo, Oxapampa con una intensidad de X M.S.K. .Las máximas intensidades para períodos de retorno de 100 años se presentan en la región de Concepción, Huancayo, Huaytapallana y Lima que soportarían una intensidad de grado X M.S.K.

5) Debido al Levantamiento Andino (de 2000 a 4000 msnm desde el MIOCENO) la Cordillera Oriental ha manifestado un mayor magnitud. Además, se trata de una zona de sismicidad superficial bastante notable, pues en ella se han registrado los mayores sismos superficiales del Perú Central. En esta Cordillera dominan las deformaciones Pre-Cenozoicas lo que constituye una dificultad para la identificación de las deformaciones recientes. Es posible que estas tengan lugar por reactivación de fallas antiguas, las cuales son abundantes en toda la Cadena, en particular en el borde Sur-Oeste. Se admite la posibilidad de sismos a lo largo de

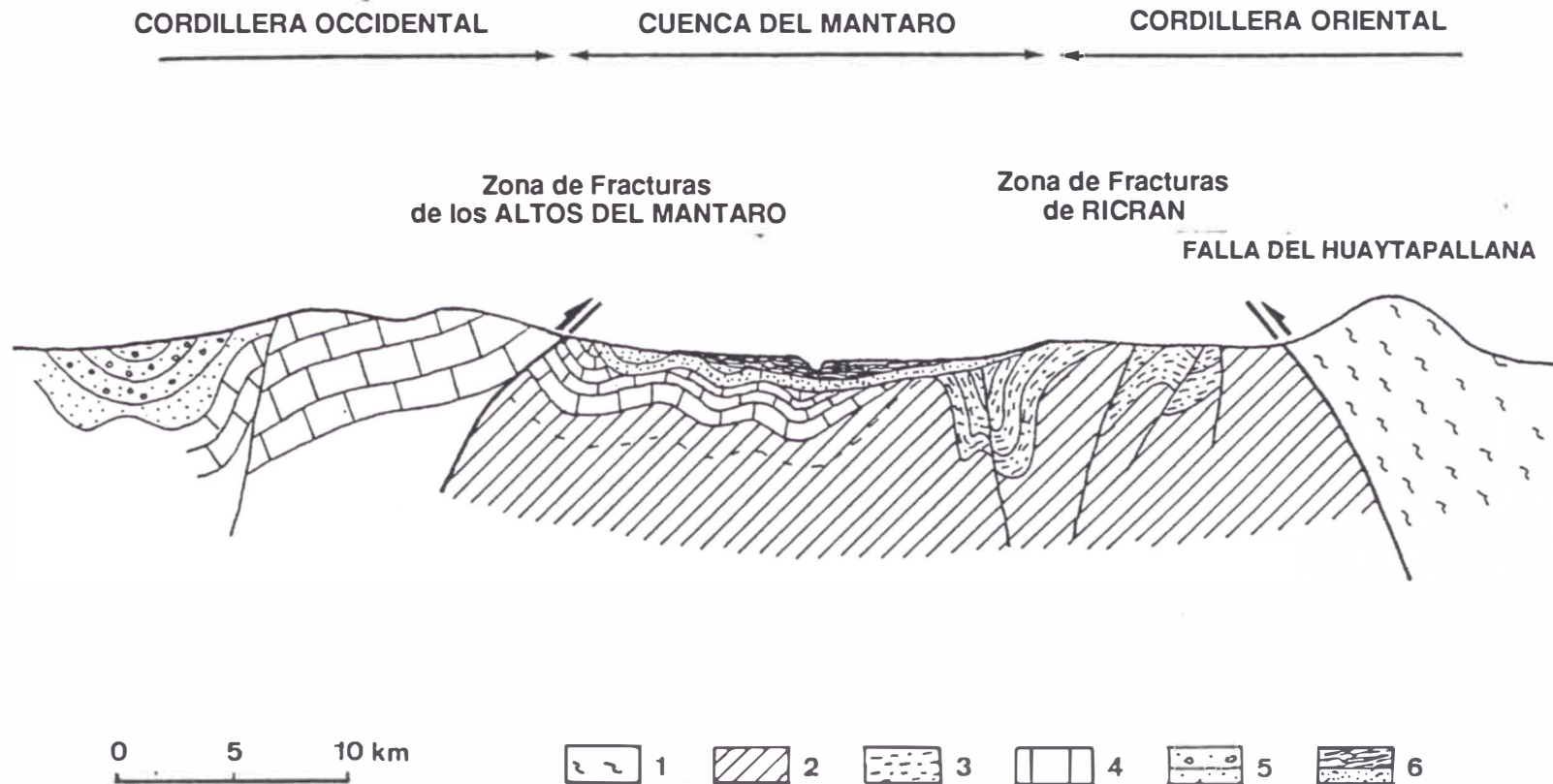


Fig. Vertical cross-section through the Mantaro Basin from the Western to the Eastern Cordillera, in a N55° direction (modified from Mégard, 1978): 1, Precambrian; 2, Paleozoic; 3, Permian and Triassic; 4, Jurassic; 5, Cretaceous; 6, Quaternary.

FIG.-9 Sección transversal vertical a través del Valle del Mantaro de la Cordillera Occidental a la Oriental, en una dirección N 55° (Modificada por Megard, 1978) Se observa las siguientes formaciones: 1, Precambriano; 2, Paleozoico; 3, Permiano y Triásico; 4, Jurásico; 5, Cretáceo; 6, Cuaternario.

Fuente: Seismicity of the Huancayo Basin and the Huaytapallana / C. Dorbath, A. Cisternas, M. Sebrier et al.

este límite, con magnitud máxima por lo menos igual a la alcanzada por el evento del 01 de Noviembre de 1947 cuya magnitud fue de $M_s=8,2$ según los registros.

6) El Valle del Mantaro está rodeado por dos zonas de falla activa importantes: La Zona de Fracturas de los Altos del Mantaro y la Falla del Huaytapallana.

La actividad del Huaytapallana ya era conocida, pero esta es la primera vez que numerosos epicentros bien determinados han sido encontrados en el flanco Este de la Cordillera Occidental (Altos del Mantaro). Además alguna actividad podría estar asociada con la zona de fracturas de Ricran.

7) La mayoría de los modelos tectónicos vistos en este capítulo, sugieren un estado compresional de esfuerzos con el esfuerzo de compresión principal, transversal al eje de la cadena. Los mecanismos focales dentro de la región indican fallas inversas con un componente de deslizamientos de avance lateral izquierdo, que es variable de acuerdo a la orientación local de las fallas con respecto al esfuerzo tensor. La sección transversal de la figura 9 sintetiza la tectónica del Valle del Mantaro.

8) La comparación entre las observaciones sísmicas de 1980 y 1985 (ORSTOM-IGP) muestran una migración notable de la actividad de la falla del Huaytapallana hacia el Este y las determinaciones hipocentrales son muy precisas como para establecer este hecho.

Precisamente las concentraciones de la campaña de 1985, dentro de las aberturas sin quebrar durante 1969 aparecería como un fenómeno precursor anunciando probablemente dos sismos principales o importantes. Bajo esta hipótesis, el primero ocurriría donde la falla cambia de dirección (de $N120^\circ$ a $N140^\circ$). Este sismo tendría una magnitud similar a la del 24 de Julio de 1969.

El segundo podría ocurrir sobre una extensión Norte de la falla, que aún no ha sido reconocido totalmente. De esta manera, es difícil predecir la intensidad de un sismo futuro eventual en esta zona. De cualquier forma de acuerdo a las dimensiones de las concentraciones de la Campaña de 1985, se podría esperar que sería tan fuerte como el primero.

3.13.- Recomendaciones

1) Instalar una red apropiada de sismógrafos de alta sensibilidad en el valle del Mantaro, para encontrar los niveles inferiores de actividad sísmica local. Esta red de sismógrafos operaría en 5 pequeñas subsecciones ubicadas en lugares estratégicos (JAUJA-CONCEPCION-HUANCAJO-PAMPAS-SACSACANCHA), todas ellas provistos de sismógrafos y extensiómetros para determinar (Monitorear) los niveles de alzas y bajas de la actividad sísmica, por períodos determinados en diferentes localidades dentro de la zona de interés.

2) Para la planificación de asentamientos urbanos, y el desarrollo de obras de infraestructura de envergadura dentro de la zona en estudio, serán necesarios por lo menos, los siguientes estudios de mayor profundidad y detalle: Investigar sobre la Sismicidad HISTORICA local mediante la revisión de los documentos históricos de la zona, (en particular los archivos del Convento de Ocopa) , a fin de documentar los sismos sensibles y evaluar su grado de severidad. Desde el punto de vista INSTRUMENTAL; determinar sí las estructuras geológicas que han sufrido deformación reciente están sísmicamente activas, particularmente, en las áreas que comprende los flancos del Valle. Y finalmente efectuar estudios de Paleosismicidad para determinar la recurrencia de la reactivación de las fallas de la zona. Es un estudio que debe realizarse junto con el peligro sísmico potencial.

3) Evitar la construcción de obras de ingeniería importantes en las zonas de fallas, principalmente donde existen fallas inversas, por estar asociadas con sismos superficiales(Falla del Huayatapallana). Para efectos de diseño, recomendamos tomar en cuenta riesgos de 100 a más años.

4) Actualmente se ha determinado que los elementos más importantes en materia de prevision de terremotos son los signos precursores que pueden ser sismologicos, lagunas ó vacios sismicos, velocidades sismicas anómalas, fenomenos hidrodinamicos y geoquimicos observados en pozos superficiales y profundos ó deformaciones de la corteza terrestre.

5) Tomar en consideración, para el calculo de los parámetros de diseño sismo-resistente de las obras a ser efectuadas en la zona de interés, aceleraciones de hasta 425 cms/sg^2 ó un tanto mayores, que pueden ser causadas por intensidades de X MSK, principalmente en la porción NE de la zona en estudio. En las zonas propicias a desarrollar, se deberá hacer estudios detallados sobre los efectos locales y los niveles de peligro natural potencial. Se deberá hacer estudios sobre microzonificación geológica, microzonificación sísmica y de mecánica de suelos, a fin de determinar su respuesta dinámica ante la máxima severidad de sacudimiento del suelo, para el sismo de diseño seleccionado. Este método ha sido llevado a cabo con las limitaciones del caso para la zona NO del Valle (JAUJA) en el presente estudio; debiéndose seguir la misma tónica para el caso de Concepción y Huancayo. El auge de las areas urbanas, el incremento de núcleos poblacionales y la mayor densidad de población, son un gran incentivo a realizar estudios de este tipo para áreas consideradas de interés.

Capítulo 4

MECANICA DE SUELOS

4.1.- Introducción

Los cimientos constituyen los subsistemas de cualquier edificación que transmiten directamente las cargas de esta hacia el suelo; su función es distribuir las cargas de la edificación, dispersandolas en el suelo adyacente, de modo que este y los materiales que lo sostienen tengan suficiente fuerza y rigidez para soportarlas sin sufrir deformaciones excesivas.

Debido a las interacciones de suelos y cimientos, las características de los suelos sobre los que se construye influyen de modo determinante en la selección del tipo y tamaño de los cimientos usados; estos últimos, a su vez, afectan significativamente en el diseño de la superestructura, el tiempo de construcción y los costos de la obra.

Por tanto, para lograr una edificación segura y económica es fundamental disponer de ciertos conocimientos de la MECANICA DE SUELOS y del diseño de cimentaciones. Precisamente el estudio de suelos, sus propiedades y comportamiento desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, es el campo de la Mecánica de Suelos y que se lleva a cabo en este capítulo,

referido a las áreas ya consolidadas así como de expansión que según las propuestas de tendencias de crecimiento, son las que deben usarse en un futuro. (1)

Se inicia con una descripción de los trabajos y estudios realizados anteriormente con un breve análisis e interpretación de los resultados de campo y de laboratorio obtenidos. En la parte 2 se determina los ensayos y cálculos realizados en este estudio para la clasificación de los suelos (SUCS); la determinación de la capacidad admisible y perfiles estratigráficos; asentamientos diferenciales y humedad del suelo subyacente entre otros, que experimentará los suelos en estas zonas pre-establecidas. Seguidamente se hace un breve desarrollo de la influencia que tendría el comportamiento dinámico en las características del suelo. Esta parte se fundamenta en que muchos sismos, tanto la geología local, como las condiciones del suelo, han tenido una influencia determinante en la respuesta del sitio, referentes a la amplificación sísmica y licuación del terreno; que asociados a defectos de estructuración; características de los materiales, calidad de la mano de obra, entre otros; son factores determinantes del grado de daño en las edificaciones.

De esta forma, sabremos cual es la variación que tendrá la resistencia del suelo y en que forma variará su estabilidad en caso de ocurrir un movimiento sísmico. Se finaliza con una serie de conclusiones y recomendaciones formuladas por este capítulo.

Las investigaciones de campo para la identificación de suelos se pueden hacer por medio de levantamientos superficiales, estudios aéreos o análisis exploratorios geofísicos o subsuperficiales.

4.2.- Investigación bibliográfica y de estudios preliminares

Dentro de la información más significativa encontrada para esta tesis sobre las características edáficas de la zona de investigación, es el que se refiere al ESTUDIO AGROLOGICO DEL VALLE DEL MANTARO; realizado por el Programa de Asistencia Técnica de los EE.UU. y el Servicio Cooperativo Interamericano de Producción de Alimentos (SCIPA-1960). Este trabajo fue realizado mediante la utilización de fotos aéreas a escala 1/20000 del SAN y la interpretación técnica; se hizo empleando las normas que establece el Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. De acuerdo a su origen y posición geográfica de la zona de Jauja, se determina que ella pertenece al grupo de suelos aluviales recientes (Cuaternario) y de terrazas bajas. Estos suelos según el informe, físicamente son suelos de textura variable, desde gruesa a fina, de naturaleza generalmente calcárea y topografía casi plana y sujetos a los peligros de inundación periódica. Para nuestro estudio, extraemos del plano la parte correspondiente a la zona de Jauja y cuyas características se detallan en el cuadro de clasificación. [Ver figura 4.1]. Otro estudio más actual, fue el realizado por el INRENA (1992) en el cual los suelos son descritos y clasificados en base a su morfología y características físicas y en base a su génesis, que se manifiesta por la presencia de horizontes superficiales y subsuperficiales. La descripción de los suelos se realizó tomando

como base los criterios del Manual de Levantamientos de Suelos (SOIL SURVEY MANUAL -1982); asimismo la clasificación Taxonómica se realizó siguiendo la Nomenclatura establecida en la Taxonomía de Suelos (SOIL TAXONOMY USA - 1988) utilizando como unidad el gran grupo de suelos y que por razones prácticas, se les designó por un nombre local.

Estas unidades se describieron en base a su génesis y características morfológicas y físicas y se muestran en el cuadro 4.1. La ubicación de estos suelos se determinan en el Mapa de Unidades integradas de territorio del Valle del Mantaro que se presentan en el capítulo referido a la Ecología de la zona.

En vista del carácter genérico de estos informes, se tuvo que realizar otras investigaciones en el campo más actualizadas. Así tenemos, que la investigación "in situ" de las condiciones subsuperficiales del suelo se realizó practicando una serie de sondeos con pozos a cielo abierto (calicatas) ubicados convenientemente y de tal forma que representan las características del suelo subyacente de todo el área en expansión considerada como óptima. La exploración subsuperficial es de una importancia inapreciable por lo que no debe ser realizado como un simple procedimiento rutinario.

De la inspección de las excavaciones se puede determinar en forma preliminar que el suelo en toda su extensión presentaba características aproximadamente homogéneas, pues toda el área de esta zona del Valle corresponde a un suelo formado de sedimentos inconsolidados del Cuaternario con una topografía casi plana (0% a 4% de pendiente) y compuesta de detritos finos como arcilla, limo, arena y con menores proporciones de gravas (20% a 60%) hasta los 3,00 metros de profundidad a partir del cual el perfil está predominantemente conformado de material grueso (gravas gruesas y finas) [Ver fotos 1 y 2]. Por otro lado también se realizaron estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación en otros puntos dentro de la zona urbana de la ciudad. Tal es el caso del estudio realizado en las instalaciones del Colegio SAN JOSE (intersección de las avenidas Ricardo Palma y Aviación) en Octubre de 1994, el cual determinó una capacidad portante promedio de $q_{adm} = 1,22 \text{ kgs/cm}^2$. y con un asentamiento inmediato de $\Delta h = 2,0 \text{ cms}$. y un asentamiento diferencial por consolidación del orden de $\delta h = 4,5 \text{ cms}$. Otro estudio similar es el realizado en el año 1987 solicitado por el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) que está ubicado en la intersección de los Jirones Jose Olaya y A. Razuri. En dicho estudio se determinó que el $q_{adm.} = 1,00 \text{ kgs/cm}^2$. y el asentamiento diferencial por consolidación de $\delta h = 1,88 \text{ cms}$. La ubicación de estos trabajos se presentan en el Mapa temático 4.1.

Como se indicó anteriormente, el suelo presentaba características similares razón por la cual se ubicaron 6 calicatas adecuadamente distribuidas en las zonas de expansión ubicadas al NE y SE de la Plaza de Armas, y que nos permitió observar las condiciones del suelo en forma cualitativa. La información que se obtuvo describiendo los perfiles estratigráficos resultantes se encuentran en los anexos.

4.3.- Objetivo del estudio de suelos

Foto 1: Una vista panoramica donde se observa el eje del tendido del nuevo colector E-3 a una profundidad de 2,5m. en promedio. En el se puede ver el predominio del material gravoso con piedras de hasta 3". Esta vista corresponde a la zona de expansión SE de la ciudad entre el Aeropuerto y la linea del ferrocarril.



Foto 2: En la vista se observa el perfil de las zanjas realizadas anteriormente (prof.:5,0 m). Notese el material de la zona donde predomina un material de cultivo inicialmente seguido de un material areno-gravoso despues de los 0,40 m. Se encuentra en estado semi-compacto y se estima un $q_a >= 1,50 \text{ kgs/cm}^2$.

Este capítulo de la tesis tiene por objeto la investigación del subsuelo para la cimentación de las estructuras que formarían parte de el Proyecto de expansión urbana de la ciudad, específicamente el presente estudio se ubica en las áreas de expansión T6 y T7 (cal. realizadas) que según el análisis de las áreas de expansión es la que deben usarse prioritariamente en el futuro. El trabajo se realizó mediante un programa que comprendió las excavaciones, la obtención de las propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos de Laboratorio y por último la etapa de gabinete, en la cual se analizan los resultados obtenidos, el perfil estratigráfico, características estructurales, etc. para finalmente determinar una solución para la cimentación de estas edificaciones. El programa seguido para este propósito fue el siguiente:

- | | |
|--|--|
| <i>1- Ejecución de calicatas (6)</i> | <i>5- Interpretación y análisis de los trabajos de campo y de laboratorio.</i> |
| <i>2- Toma de muestras disturbadas.</i> | <i>6- Registros de los perfiles estratigráficos.</i> |
| <i>3- Extracción de muestras inalteradas.</i> | <i>7- Análisis de la cimentación</i> |
| <i>4- Ejecución de ensayos de Laboratorio.</i> | |

4.4.- Investigación de campo y de laboratorio

Siguiendo el programa anterior se realizaron 6 calicatas a cielo abierto, cuya denominación va del C-1 al C-6 (cuya ubicación se muestra en el mapa temático y cuya profundidad de exploración se estimó en función de la intensidad y tipo de carga que las estructuras transmitieran al subsuelo llegando a los 5,00 metros en promedio.

Las excavaciones fueron ejecutadas inicialmente con dos retroexcavadoras hasta los 4,00 metros aproximadamente, de acuerdo al alcance del brazo de la máquina para finalmente llegar a los 5,00 metros de profundidad en forma manual, los que fueron ejecutados por personal del Municipio de Jauja. Cabe resaltar que no se detectó la presencia de nivel freático en las perforaciones realizadas. Las muestras disturbadas extraídas de las perforaciones, fueron remitidas al Laboratorio para la respectiva clasificación y evaluación de los parámetros de resistencia de los suelos representativos de la estratigrafía del subsuelo. De la misma forma se trabajó con las muestras inalteradas (4 muestras) para la realización de los ensayos especiales en Laboratorio.

Con las muestras alteradas e inalteradas obtenidas de las calicatas, se realizaron ensayos standard y especiales de laboratorio de acuerdo a las Normas ASTM. Los ensayos standard consistieron en análisis granulométrico por tamizado, límites de Atterberg y contenido de humedad, todos ellos con la finalidad de clasificar el tipo de suelo y asociar sus propiedades índice con la presencia de suelos especiales. Los ensayos especiales consistieron en ensayos de corte directo y de compresión triaxial para determinar los parámetros de resistencia del suelo (c y ϕ), ensayos de consolidación uniaxial para determinar los niveles de asentamientos probables que experimentará el suelo ante cargas externas, ensayos de

hidrometría para poder determinar la distribución granulométrica de la porción fina de los suelos y ensayos de compresión no confinada. Los resultados de los ensayos de Laboratorio standard y especiales se presentan en los anexos.

4.5.- Análisis del perfil estratigráfico

De los resultados obtenidos del trabajo de campo se establece que la estratigrafía del suelo en la zona de expansión se caracteriza por los siguientes aspectos.

Los suelos de la zona (según el SUCS) presenta inicialmente un suelo de espesor de 0,40 a 0,55 metros destinado a terreno de cultivo de matriz limo-arenosa, suelta de color ladrillo con beige, que presenta raicillas de plantas y con inclusiones de gravas en algunos casos en un 10% de 1" como máximo. A continuación hasta una profundidad promedio que varía de 0,95 a 1,25 (C-1,C-3,C-4) se observa una arcilla plástica de color ladrillo, semicompacto (CH) pero que en el caso de la C-2 se presenta un limo-arcilloso plástico (ML) semi-compacto de espesor 1,80 metros y que se encuentra debajo de un lente de arena fina limosa (SM) de 10 cms. de espesor en estado semicompacto y que es seguido por una arena fina gravosa (SC) con gravas redondeadas de 1/2" como máximo.

Como se sabe el CH y el ML se caracterizan por tener un límite líquido mayor y menor de 50 respectivamente, pero que en ambos casos más del 50% de sus partículas pasan por la malla N° 200. Para el caso de las arenas (SM) con cantidad apreciable de finos se caracteriza porque más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla N°4.

Tanto la C-1 como la C-4 presentan suelos con mayores problemas de cimentación desde el nivel de 0,40 m. hasta los 2,75 metros por presentar estratos de CH de gran potencia y que están intercalados por materiales del tipo SM, ML y CL potencialmente colapsables.

Por el contrario el C-2 y el C-3 presentan material de grava del tipo GP, GC, GM, GP-GM y GP-GC que se les encuentra desde los 1,45 metros(C-3) hasta los 5 metros y a mayor profundidad y que se diferencian de los anteriores grupos porque más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla N° 4 (Ver anexos)

Del estudio geológico se sabe que estos estratos son originados a partir de sedimentos de acumulación aluvial, coluvio-aluvial y lacustrino producto de fases glaciares del Pleistoceno y cuyo cuadro evolutivo se completa con la acción fluvial y pluvial durante el Cuaternario hasta el presente, conformándose las terrazas y planicies de relieve plano a casi a nivel conocidas por este estudio.(Ver capítulos referidos a la Geomorfología y Geología de la zona). Estos depósitos se reconocen por sus superficies planas rodeadas de terrenos altos. Otra característica es su estratificación frecuentemente tan fina, que los materiales tienen una apariencia maciza.

Con referencia a la humedad del terreno se puede decir que esta es de 26,3% como máximo (determinada en laboratorio) encontrándose la zona de cimentación proyectada muy por encima de la napa freática razón por la cual el fenómeno de licuación por movimientos sísmicos

es casi improbable. Se sabe que estos depósitos tienen una resistencia relativamente elevada debido al cementante arcilloso, pero cuando se saturan, el cementante se ablanda ó se disuelve; perdiendo el conjunto su cohesión con el posterior colapso de la estructura. En los anexos se presentan los ensayos de laboratorio realizados con los formatos de datos y calculos efectuados así como los detalles de cada estrato del perfil estratigráfico encontrado en la zona de estudio.

4.6.- Análisis de resistencia y estabilidad estática del suelo

El objeto del análisis estático de suelos, es el de calcular la capacidad de carga del suelo; y que nos sirva para transmitir en forma más adecuada las cargas de las superestructuras hacia el suelo; sin que se produzca una falla por corte, ni asentamientos excesivos que podrían originar el colapso de la estructura.

4.6.1.- Pruebas de resistencia en el Laboratorio

Esta prueba mide la resistencia del suelo a fin de calcular su capacidad de carga, su resistencia a los empujes laterales de la propia tierra, así como la estabilidad de taludes. Para nuestro caso por tratarse de suelos cohesivos esta se mide a través de pruebas triaxiales ó directas de esfuerzo cortante. Es necesario que al efectuar estas pruebas en laboratorio las condiciones de drenaje durante ellas reproduzcan lo mejor posible las condiciones que prevalecerán en el estrato del suelo cuando se aplique la carga esperada.

Por otro lado, se sabe también que la capacidad de carga ó apoyo es una característica de cada sistema de suelo-cimentación y no solo una cualidad intrínseca del suelo. Los distintos tipos de suelos presentan una determinada capacidad pero también esta varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión. Teniendo en cuenta lo anterior, la cimentación superficial que se aplicará, así como las características del suelo de la zona de estudio obtenidas del análisis estratigráfico, evaluaremos la capacidad de carga utilizando la Teoría de TERZAGHI, que es recomendable para toda clase de cimentaciones superficiales en cualquier tipo de suelo preferentemente del tipo arcilloso. Esta teoría, como sabemos considera que las características de resistencia y deformación en el suelo de cimentación bajo condiciones de carga estática, están en función de la compacidad, humedad y resistencia al cortante. Para tal efecto, utiliza una solución matemática que reemplaza el suelo real con un material plástico ideal, al cual se le asignan los parámetros de corte " c " y " ϕ ". Si se trata de un suelo granular (ó friccionante) el de la zona de estudio, el factor " c " es nulo, y por tanto la capacidad sólo dependerá del ángulo de fricción interna (ϕ); y que estará en función de la densidad relativa y la naturaleza de los granos.

4.6.2.- Capacidad portante del área de expansión

De acuerdo a la descripción de las características del subsuelo, se recomienda cimentar a una profundidad mínima de 0,80 metros (2° estrato), con respecto a los niveles actuales del terreno, atravesando los terrenos superficiales de cultivo que contienen raíces y porosidades, que podrían crear problemas posteriores de resistencia y compresibilidad.

A dicha profundidad, según el examen estratigráfico se presentan estratos de arcilla (CH y CL) seguidas de arenas limosas (SM), arenas gravosas (SC), gravas arcillosas (GC) y arcillas gravosas (CL). A fin de determinar sus propiedades de resistencia se realizó dos ensayos de corte directo con especímenes tallados y saturados a partir de muestras inalteradas con los siguientes resultados:

	C-2 / M-3	Y-1 / M-3
Angulo de fricción Interna	$\phi = 9^\circ$	$\phi = 13,5^\circ$
Cohesión	$c = 0,27 \text{ kgs./cm}^2$.	$c = 0,10 \text{ kgs./cm}^2$.
Densidad Seca	$\gamma = 1,54 \text{ grs/cm}^3$.	$\gamma = 1,69 \text{ grs/cm}^3$.
Humedad Natural	$w = 24,03 \%$	$w = 21,30 \%$

De igual forma, se realizo con el objeto de hallar los coeficientes c y ϕ dos ensayos triaxiales con muestras extraidas de la calicata C-2 y la C-1 y cuyos resultados se muestran en los anexos. Cuando la cohesión es nula ($c = 0$); la capacidad admisible sólo quedaría en función de (B) y (Df) y del factor de seguridad (Fs) que se asuma.

Las dos primeras son medidas obtenidas de la geometría de la cimentación que dependerá de la estructura que en ella se apoye. Los valores de Fs en la practica varían según la importancia de la obra y las incertidumbres que se manejen. Para nuestro caso asumimos $Fs=3$.

4.7.- Tipos de estructuras

Teniendo en cuenta que la geometría de la cimentación dependerá del tipo de estructura que se edificara en la zona, se calculará la capacidad portante para cimentaciones de viviendas de 1 y 2 pisos (para programas de corto plazo) y edificaciones de 3 a 4 pisos de altura que podrían contemplarse en un futuro, como plan de vivienda para el desarrollo de Conjuntos Habitacionales. Esta última propuesta responde a la necesidad de promocionar el desarrollo vertical de las zonas urbanas que están próximas a terrenos de buena capacidad agrológica y con alto potencial agrológico como es el caso de esta parte del valle del Mantaro a fin de evitar un desbalance ecológico de la zona. Tal es el caso de la cimentación de viviendas de 1 a 2 pisos que es más frecuente y que corresponde a muros portantes ó zapatas pequeñas. Para este caso los muros ejercen una carga de 10 Ton./ metro lineal por lo que para no exceder el "qa" se necesita de un $B=0,5 \text{ m}$. .Para el caso que se construya con zapatas que funcionan como sistema aporticado cada columna, transmitira 28 Ton. al terreno; por lo tanto

para no exceder la capacidad admisible, la zapata deberá tener una base $B=1,20$ m. de lado en el mejor de los casos. Para aplicar la teoría de K. Terzaghi y hallar la capacidad última de carga, se tiene que considerar cada una de las variables encontradas en el Laboratorio:

De la misma forma para el caso de cimentaciones para viviendas de 3 a 4 pisos se consideran cimientos, sean estos muros portantes ó zapatas de sistemas aporticados. Una vivienda de 4 pisos apoyada sobre muros portantes ejerce una carga de 18 Toneladas/ metro lineal, entonces para no exceder el valor de "qa" se necesita una franja cargada mayor de $B=0,6$ m. Para el caso de que la vivienda este apoyada en zapatas (sistemas aporticados) transmite un peso de 55 Toneladas cada columna aproximadamente para el cual se necesita una zapata de lado no menor de $B= 1,35$ mts.

El calculo de la capacidad portante que se ha realizado son para las condiciones estáticas del suelo, al considerarse los efectos dinámicos, esta capacidad admisible experimenta una disminución. Se ha calculado el "qa" admisible para los dos tipos de cimentación que son los más comunes, pues servirán para transmitir las cargas (de viviendas de hasta 4 pisos) al suelo donde se apoyan. El diseño de viviendas de más altura ó de otro tipo de estructuras debiera estar acompañado del calculo de su cimentación, pudiendose usar las características del suelo que aquí se dan si se trata de la misma zona. Luego calculando, se obtuvo los siguientes valores de qa para las calicatas C1, C2 y Y1 para las cimentaciones corridas y zapatas en las edificaciones de 1 a 2 pisos hasta de 3 a 4 pisos:

CALICATAS TIPO DE ENSAYO TIPO DE EDIFICACION

CALICATA Y1 CORTE DIRECTO EDIFICACIONES 1-2 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S..	γ kg/m ³	Df m.	B m.	Nq	N γ	Nc	qc kg/cm ²	qa kg/cm ²
CIMIENTOS CORRIDOS	3	2050	0,80	0,60	3,96	1,61	11,95	1,94	0,65
ZAPATAS	3	2050	1,00	1,20	3,96	1,61	11,95	2,20	0,73

CALICATA Y1 CORTE DIRECTO EDIFICACIONES 3-4 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m ³	Df m.	B m.	Nq	N γ	Nc	qc kg/cm ²	qa kg/cm ²
CIMIENTOS CORRIDOS	3	2050	1,00	0,70	3,96	1,61	11,95	2,12	0,71
ZAPATAS	3	2050	1,50	1,40	3,96	1,61	11,95	2,64	0,88

CALICATA C2 CORTE DIRECTO EDIFICACIONES 1-2 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m³	Df m.	B m.	Nq	Nγ	Nc	qc kg/cm²	qa kg/cm²
CIMENTOS CORRIDOS	3	1910	0,80	0,60	2,48	0,63	9,0	2,84	0,95
ZAPATAS	3	1910	1,00	1,20	2,48	0,63	9,0	2,976	0,99

CALICATA C2 CORTE DIRECTO EDIFICACIONES 3-4 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m³	Df m.	B m.	Nq	Nγ	Nc	qc kg/cm²	qa kg/cm²
CIMENTOS CORRIDOS	3	1910	1,00	0,70	2,48	0,63	9,0	2,95	0,98
ZAPATAS	3	1910	1,50	1,40	2,48	0,63	9,0	3,22	1,08

CALICATA C1 ENSAYO TRIAXIAL EDIFICACIONES 1-2 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m³	Df m.	B m.	Nq	Nγ	Nc	qc kg/cm²	qa kg/cm²
CIMENTOS CORRIDOS	3	1750	0,80	0,60	1,93	0,31	7,75	7,41	2,47
ZAPATAS	3	1750	1,00	1,20	1,93	0,31	7,75	7,50	2,50

CALICATA C1 ENSAYO TRIAXIAL EDIFICACIONES 3-4 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m³	Df m.	B m.	Nq	Nγ	Nc	qc kg/cm²	qa kg/cm²
CIMENTOS CORRIDOS	3	1750	1,00	0,70	1,93	0,31	7,75	7,50	2,50
ZAPATAS	3	1750	1,50	1,40	1,93	0,31	7,75	7,68	2,56

CALICATA C2 ENSAYO TRIAXIAL EDIFICACIONES 1-2 PISOS

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m³	Df m.	B m.	Nq	Nγ	Nc	qc kg/cm²	qa kg/cm²
CIMENTOS CORRIDOS	3	1820	0,80	0,60	2,15	0,42	8,25	6,32	2,11
ZAPATAS	3	1820	1,00	1,20	2,15	0,42	8,25	6,44	2,15

TIPOS DE CIMENTACION	F.S.	γ kg/m ³	Df m.	B m.	N _q	N _γ	N _c	q _c kg/cm ²	q _a kg/cm ²
CIMIENTOS CORRIDOS	3	1820	1,00	0,70	2,15	0,42	8,25	6,42	2,14
ZAPATAS	3	1820	1,50	1,40	2,15	0,42	8,25	6,67	2,22

4.8.-Pruebas de compresibilidad

Mediante esta propiedad se definen las características de esfuerzo-deformación del suelo. Por experiencias pasadas se ha llegado a la conclusión que no sólo basta calcular la capacidad de apoyo del suelo y los cimientos para basar el diseño de una cimentación; sino es indispensable que también se limiten los asentamientos. En general, los asentamientos que provocan perjuicios ó daños son aquellos que generan hundimientos diferenciales de los distintos componentes de la edificación y que se presentan después de terminar la obra. Se ha observado que si los demás factores permanecen iguales, la tolerancia de asentamientos diferenciales disminuye conforme se reduce el espaciamiento de columnas. Cuando se quiere hacer el cálculo de los asentamientos de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo y sus respectivos grados de compresibilidad. En la mayor parte de los casos, los esfuerzos se calculan con el método del bulbo de presión, ya sea con la técnica de Boussinesq ó con la de Westergaad, según se trate de depósitos muy gruesos ó cuando los suelos tienen estratos delgados respectivamente. En el laboratorio, las pruebas de compresibilidad; como las de consolidación y de compresión triaxial, generan valores que permiten evaluar los asentamientos que ocurren bajo carga.

Asimismo, las pruebas de consolidación producen datos sobre la rapidez de asentamiento, cambios de permeabilidad por consolidación y la máxima presión a que ha sido sometido el suelo con anterioridad. Las pruebas de compresión triaxial también sirven para evaluar la rigidez de las arenas (una propiedad que aumenta al elevarse la presión de confinamiento) y el incremento de resistencia de las arcillas por consolidación. Para nuestro caso, el cálculo del asentamiento se realizó por ensayo de consolidación, en muestras inalteradas extraídas de una calicata y que obtuvimos los siguientes resultados:

$e_0 = 0,71$ (proporción de vacíos inicial)

$C_c = 0,151$

$P_0 = 0,1728$ Kgs./cm².

$C_s = 0,032$

$P_c = 1,3979$ Kgs / cm².

El espesor del estrato compresible es de 1,65 mts. y 1,45 mts. para el caso de cimentación corrida y zapatas (sistemas. aporricados) respectivamente para el caso de edificios de 1-2

pisos y de edificaciones de 3-4 pisos. De acuerdo al estado de consolidación inicial de la arcilla y al incremento de carga; el asentamiento esta definido por las siguientes expresiones:

CASO A

Si $\sigma'_{oi} < \sigma'_{pi}$ (arcilla preconsolidada)

y $\sigma'_{oi} + \delta\sigma_i < \sigma'_{pi}$

$$\delta h_i = [C_s \cdot h_i / (1 + e_{oi})] \cdot \log [(\sigma'_{oi} + \delta\sigma_i) / \sigma'_{oi}] \quad (1)$$

CASO B

Si $\sigma'_{oi} < \sigma'_{pi}$ (arcilla preconsolidada)

y $\sigma'_{oi} + \delta\sigma_i > \sigma'_{pi}$

$$\delta h_i = (h_i / 1 + e_{oi}) \cdot [C_s \log (\sigma'_{pi} / \sigma'_{oi}) + C_c \log (\sigma'_{oi} + \delta\sigma_i / \sigma'_{pi})] \quad (2)$$

El cual remplazando los datos encontrados en laboratorio y de campo se obtiene un asentamiento de :

CIMENTOS CORRIDOS

CASO	σ'_{oi} Ton/m ²	$\delta\sigma_i$ Ton/m ²	h_i (cms)	e_{oi}	C_{ci}	C_{si}	δh_i (cms)
A	2,68	3,56	165	0,71	0,151	0,032	1,134
							1-2 pisos
A	2,68	6,42	165	0,71	0,151	0,032	1,638
							3-4 pisos

ZAPATAS

CASO	σ'_{oi} Ton/m ²	$\delta\sigma_i$ Ton/m ²	h_i (cms)	e_{oi}	C_{ci}	C_{si}	δh_i (cms)
B	2,846	11,82	145	0,71	0,151	0,032	2,14
							1-2 pisos
B	2,846	23,22	145	0,71	0,151	0,032	5,34
							3-4 pisos

Estos valores se encuentran dentro de los permisibles segun Terzaghi. ($\Delta = 1''$) salvo el último calculado para edificaciones de 3 a 4 pisos, para el cual se deberá tomar en cuenta las recomendaciones que más adelante se anotan.

Finalmente otro factor que influye en la correcta selección de una cimentación dada, relativo al estudio de suelos es el que se refiere a sus características hidráulicas. Es conocido, que la presencia de un nivel freático elevado es una dificultad importante en el uso de estos depósitos, pues esta influye en la magnitud de los asentamientos. Una buena medida precautoria, consiste en la profundización permanente (mantener abatido) de la napa freática.

Para tal efecto, se puede recurrir al uso de bombas y pozos verticales en caso de suelos granulares, ó a la electro-osmosis en el caso de los limos.

También es posible prever estos problemas, mediante la intercepción y desvío del terreno en cuestión de los aportes de agua superficial y subterráneos. (llamase lluvias fuertes, riego de jardines, fugas de agua de tuberías ,etc.). Con ese fin, la superficie del terreno debe ser acondicionada para controlar estos flujos de aguas superficiales, mediante la construcción de canales de drenaje que son muy útiles en estas zonas.

4.9.- Comportamiento dinámico del suelo e Influencia en sus características

4.9.1.- Movimiento sísmico en terreno aluvial

El daño sísmico no solo esta en función de las características de la geología subterránea profunda, ya que la geología superficial del suelo tiene una relación especialmente estrecha con el daño sísmico de estructuras.

Debido a que las zonas de expansión en estudio están compuestas de un suelo depositado en una edad relativamente reciente(lacustre y coluvio-aluvial del Cuaternario) es posible suponer con certeza que esta capa superficial es marcadamente más suave que el terreno subyacente. En tales condiciones del suelo, se podrian esperar el no desarrollo de aceleraciones ó velocidades altas dentro de los materiales de cimentación. También es de tener en cuenta el desarrollo de condiciones inestables tales como licuefacción de suelos ó asentamientos excesivos. Las características de frecuencia de un movimiento sísmico en un terreno aluvial se presentan a continuación.

4.9.2.- Intensidad del movimiento sísmico

En un terreno aluvial, la impedancia es pequeña en comparación con la de la roca y terreno diluvial; y más aún desde que hay períodos predominantes, hay una posibilidad de que ocurran particularmente vibraciones grandes cuando sucede un terremoto.

Los valores máximos de aceleración, velocidad y desplazamiento son valores característicos importantes del movimiento sísmico y es necesario saber hasta que punto estos valores se amplifican por la presencia de la capa superficial. Estos valores son registrados por medio de acelerografos y representados por medio de espectros.

De los datos registrados por sismos reales, se observa que los desplazamientos en áreas aluviales son 1,5 a 6,5 mayores que en áreas rocosas.

Las aceleraciones máximas en terrenos aluviales no difieren tanto como los desplazamientos máximos, siendo normalmente 1,3 veces mayores que en un terreno diluvial y solo raras veces tan alto como 2 a 3 veces mayores. Al no existir en la zona una estación sísmica no es posible obtener los valores característicos de los movimientos sísmicos. Pero del historial



Foto 3: En la vista se observa que en la zona de estudio predomina los terrenos de cultivo y de bosques, por lo cual se plantea su conservación mediante una zonificación agroecologica y de crecimiento vertical de las zonas pobladas y por densificar mediante Conjuntos Habitacionales .



Foto 4: En algunas partes de la excavación próximas al río Mantaro se encontraron material de conglomerado en estado muy compacto (como fundida) y que posiblemente haya estado sometida a fuertes presiones y/o temperaturas su matriz originalmente.

sísmico de la zona que nos dice que en el área ocurrieron eventos sísmicos de gran magnitud (Ver capítulo de Sismicidad) pero que los efectos que tuvieron en las viviendas del lugar no fue muy destructor quedando en la actualidad como muestra, viviendas en pie y en uso que testimonian su resistencia (Ver capítulo de Vulnerabilidad). Se puede deducir que en la zona la amplificación de las ondas sísmicas es moderada.

Del desarrollo de los diversos puntos que se han tratado en este capítulo, así como de las investigaciones realizadas se concluye que el tipo de suelo tiene marcada influencia en el daño sísmico y que se manifiesta en: 1) la intensidad y forma de onda del movimiento sísmico; 2) en las propiedades de amortiguamiento de la vibración de las estructuras y 3) en la disminución de la resistencia del suelo (de acuerdo a las condiciones locales); cuando esta sujeto a vibración.

4.10.- Conclusiones

1) El subsuelo de la zona en expansión (T5, T6 y T7) que según el análisis de las áreas de expansión con mayor prioridad de ser ocupado en el futuro, (fue deducida); esta conformado inicialmente por un suelo de cultivo de matriz limo arenoso con un buen porcentaje de raíces delgadas, hasta una profundidad comprendida entre 0,40 a 0,55 metros, subyace al terreno de cultivo arcillas plasticas con espesores que varían de 0,85 a 0,50 metros y suelos limo-arcillosos hasta una profundidad de 1,80 metros. Las calicatas C-1 y C-4 presentan dos estratos de arcillas de alta compresibilidad (CH) de buena potencia con intercalaciones de arenas limosas (SM) y limo-arenosos(ML) (C-1) y CL (C-4). Las calicatas C-2 y C-3 por el contrario presentan estratos más estables del tipo GP-GM , GP-GC y SC que se proyectan a más de 5 metros de profundidad a partir de 1,45 metros de profundidad, como es el caso de la calicata C-3. Debemos anotar que en las calicatas C2,C3 y C1 se encontro que el material aluvial presentaba pequeños lentes ($\phi = 0.5$ cms) erráticos y compactos de caliche, los que aparecian con bastante notoriedad. Para el caso, de las calicatas efectuadas en el rio Yacus (época de estiaje) la estratigrafía fue más simple encontrandose material de rio (cascajo) en los primeros metros en estado húmedo(profundidad de 0,80 a 2,20 mts.) continuando con material limoso con grava ocasional de espesor variable hasta una profundidad de 5 metros en promedio.

2) El nivel freático no presenta ningún problema por encontrarse muy por debajo del nivel de cimentación, siendo casi nula la posibilidad de encontrarnos con un suelo sumergido por las características de permeabilidad de este.

Pero se debería evitar el humedecimiento excesivo e innecesario, debido a jardines y areas verdes,etc, porque pueden originar la saturación del suelo que reduciría su angulo de fricción interna (1° o 5°), repercutiendo esta variación en su estabilidad y resistencia.

3) El suelo de la ciudad de Jauja se encuentra ubicada sobre depósitos lacustres-aluviales de topografía plana, compuesta de detritos finos (arcila, limo y arena) con un suelo que a nivel de cimentación es de tipo arcilloso de consistencia rígida de alta plasticidad (CH) y limos-arcillosos semi-blandos (ML) . La capacidad portante de la zona es de $q_a = 1,00$ a $1,20$ kgs/cm². para viviendas de 1 ó 2 pisos ($D_f = 0,8$ m. y $B = 0,6$ m)

Como las posibles áreas de expansión no presentan diferencias de consideración en sus características de compacidad y consistencia puede ser considerados como homogéneos. Sin embargo, se exigirá un posterior estudio de suelos de la zona elegida en vista de no contarse con los suficientes registros de las características generales del subsuelo de la zona de estudio, dentro del Valle del Mantaro.

4) Se cimentará por medio de cimientos corridos armados y/o zapatas, conectadas a una profundidad mínima de 0,80 metros para las diferentes capacidades portantes encontradas en la zona de estudio.

Suelos Y1 - M3 (CH)

Hasta los 2,0 m de profundidad aproximadamente = 0,65 kgs/cm².

Suelos C1 - M3 (CH)

Suelo aluvial, formado de limos, arcillas y arenas con una potencia promedio de 5,00 m, teniendo luego un estrato formado por un suelo grueso (gravas y arenas) y de gran potencia = 1,00 kgs/cm².

Suelos C2 - M3 (CH)

Suelo de las mismas características que la anterior calicata con una potencia promedio de 5,00 m con un mayor predominio de conglomerado = 0,70 kgs/cm².

También se determinó un asentamiento diferencial del orden de $\Delta h = 2,15$ cms. Este último valor se encuentra dentro de los valores permisibles en arcillas de mediana consistencia. Para valores mayores será necesario usar cimientos conectados pues absorberán los posibles asentamientos diferenciales originados por consolidación y se lograría una mejor distribución de la sobrecarga.

5) Se postula como un avance en la investigación de los suelos aluviales que son asísmicos, por ser más resistentes debido a su comportamiento altamente friccionante, y que se atribuye a su alto contenido de boleos (>50%) con presencia de bloques con diámetros mayores de 3" y otros aspectos geotécnicos de mecánica y física de los suelos no considerados antes (10). Este tipo de suelos se ubican por lo general en los alrededores del río Mantaro a partir de los 5,0 metros en las zonas de expansión T6 y T7 (Ver plano de expansiones)

6) *Las conclusiones establecidas previamente, solo son validas para el área de estudio y se debe tener presente que todo incremento en la geometría de la cimentación así como la profundidad de desplante, genera un incremento en la capacidad admisible del terreno.*

7) *Es de utilidad conocer las condiciones locales del subsuelo, con la finalidad de mitigar los daños sísmicos, pues se pueden estimar los daños con anticipación o evitar daños severos, construyendo estructuras con períodos naturales que no son coincidentes con los sitios de construcción. Asimismo el planeamiento urbano debe efectuarse tomando en cuenta las condiciones del subsuelo.*

4.11.- Recomendaciones

1) *Las conclusiones de este capitulo no es aplicable para áreas que sean rellenadas, mereciendo estas una atención especial en cuanto a su compactación.*

2) *Es recomendable colocar los elementos estructurales de cimentación a una misma altura para una mayor estabilidad y si existe una transmisión de cargas diferente al suelo de cimentación; es conveniente ubicar elementos estructurales que permitan el comportamiento de la edificación como una unidad.*

3) *Se deben evitar la elevación del nivel freático, el riego, fugas de agua de tuberías o la simple exposición a lluvias fuertes; pues son elementos de saturación en este tipo de suelos (limos, arcilla, arena) comunes que deben evitarse.*

4) *Se recomienda mejorar el sistema de captación y drenaje de las aguas pluviales, a fin de impedir el estancamiento y el humedecimiento del subsuelo. Se deben evitar las filtraciones que puedan perjudicar al subsuelo comprometiendo su capacidad portante, en todo caso considerar una capa anticontaminante entre la losa de cemento y el suelo natural, este material servira a su vez como material drenante en presencia de lluvias intensas y puede estar conformado por material granular.*

5) *Otra regla de tenerse en cuenta en la practica es la de apoyar los cimientos siempre abajo de la capa de la tierra vegetal, pues pudieran presentarse problemas más adelante de muy difícil solución como plantas en crecimiento ó materia orgánica que son indeseables desde el punto de vista de resistencia y compresibilidad.*

6) *Para complementar este estudio, se deben realizar estudios posteriores de Dinámica de Suelos para conocer las características exactas de las ondas sísmicas en la zona de estudio y las amplificaciones que se pueden producir en la capa superficial. Si bien las áreas de los*

alrededores de la zona estudiada parece tener un suelo de características similares, es necesario hacer sondeos de verificación para estas áreas. Asimismo se recomienda estudios de microtrepidaciones, para la determinación del período del suelo, y que será complementado con la perforación de calicatas.

7) En Mecánica y Dinámica de Suelos, se puede y sería recomendable incluir en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) incluir los boleos mayores de 3", recordando que la exclusión introduce errores significativos a sus propiedades de resistencia y compresibilidad. En la zonificación sísmica de ciudades importantes, será necesario revisar este enfoque de los depósitos aluvionales y efectuar las correcciones del caso.

8) Los planificadores deberán distinguir para seleccionar a las terrazas aluvionales pleistocénicas por su mayor estabilidad y condiciones de consolidación pues, son las mejores para ubicar los Asentamientos Humanos, así como los ingenieros estructurales y de mecánica de suelos, no tendrían problemas de resistencia al corte, ni capacidad de carga, pues son altos y garantizan la cimentación.

Capítulo 5

HIDROMETEOROLOGIA

5.1.- Introducción

En la actualidad se sabe que el clima es sin lugar a dudas uno de los elementos fundamentales que regula la vida del Planeta. Su variabilidad geográfica y estacional, ligada al componente estocástico del fenómeno, es fuente de eventos extraordinarios que induce riesgos serios para el ser humano y las actividades que desarrolla. El efecto de alteración global y local del clima por efecto de la acción del hombre, complica aún más el panorama, lo cual apenas comienza a ser estudiado; con resultados todavía poco claros e incluso contradictorios.(1)

Es conocido por todos que los meses comprendidos de Diciembre-Abril, las lluvias se acentúan en la Sierra Peruana, ocasionando por ello el aumento del caudal de los ríos, el cual es muy variable, por lo que se hace muy importante conocer sus antecedentes, para tener los parámetros que nos permitan realizar los trabajos de Prevención y Protección.(2)

En esta parte de la tesis de investigación, se efectúa la evaluación del riesgo por inundación al cual esta expuesto la ciudad de JAUJA, analizando su asentamiento urbano y su espontanea expansión hacia zonas inundables, al mismo tiempo que se evalúan las obras de encauzamiento existentes ejecutadas en forma inadecuada; que incrementan su vulnerabilidad

ante posibles fenómenos hidrometeorológicos, proponiendo medidas correctivas tanto estructurales como no estructurales para dar solución a los problemas actuales.

A continuación se realiza el desarrollo del índice para esta parte del estudio.

5.2.- Ubicación geográfica y características de la subcuenca

La Subcuenca del río YACUS está comprendida dentro de la Cuenca del Mantaro y se halla a su margen izquierda. El río Yacus, es un río de régimen irregular, cuyo cauce aparece seco la mayor parte del año y conduce agua de sus nacientes en el período de invierno. Las nacientes de este río; se encuentran ubicadas en las zonas altas de la cuenca del Mantaro (proximas al Divortium Aquarium), donde existen diversas lagunas que prácticamente la originan (Desmiro, Yanaclara, Ijira, Huacracocha ubicados a los 75°20' de Longitud Oeste y a los 11°40' de Latitud Sur y situados a 20 kms. aproximadamente de la ciudad de Jauja. De las 4 lagunas solo la de Yanaclara cuenta con estudios y es explotada con fines de irrigación.(3). A lo largo de su recorrido, recibe el aporte de quebradas y riachuelos también de régimen irregular.

La cuenca del río YACUS tiene un área total de 374 km². de los cuales 171 km². está en la zona de lluvias regulares anuales. Limita al Norte con la cuenca del río Perené, por el Sur con el río Mantaro, por el Este con la Subcuenca del río Seco y por el Oeste con el Valle de Yanamarca. El río en estudio atraviesa por la parte S-E de la ciudad de JAUJA (a 1 km. de la Plaza principal) lugar donde la topografía es bastante plana e inferior en cota con respecto a la ciudad (3385 m.s.n.m.).

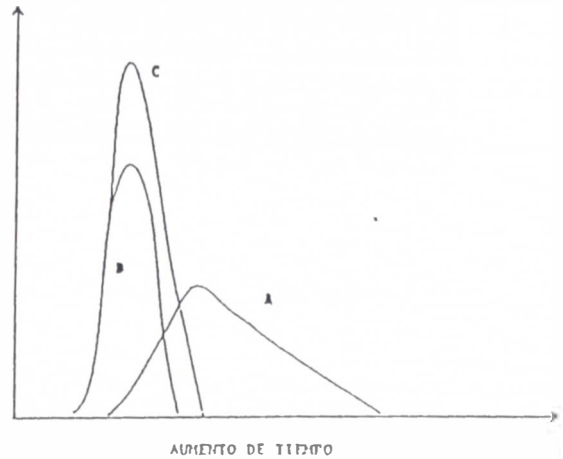
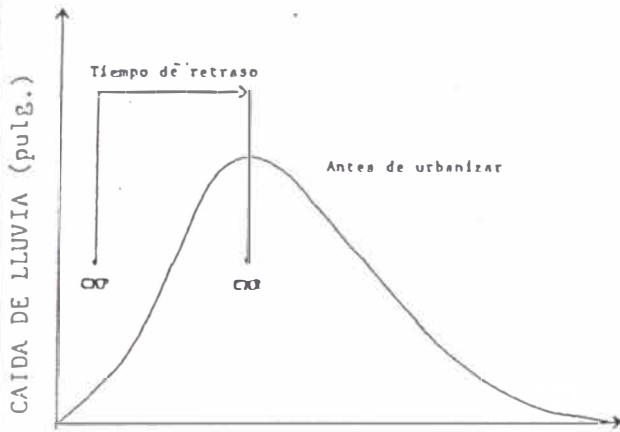
La variación orográfica de esta cuenca, origina una diferencia climática entre la parte baja y alta de la misma y que se convierte a la vez en factor determinante de las condiciones climáticas de cada localidad dentro de la subcuenca del Yacus. El río Yacus recorre alrededor de 261 kms. hasta la entrega de sus aguas en el río Mantaro y su ancho varía entre quebradas de 500 a 1000 mts. y llegando alcanzar en la zona del valle del Mantaro (próximo a Jauja) hasta 4 kms. de ancho a la altura de su desembocadura en el río Mantaro.

Su caudal en época de avenidas es de 60 m³/seg. en estación húmeda (Noviembre-Abril) y en época de estiaje, varía entre 3 y 2 m³/seg (Mayo-Octubre) según datos del Ministerio de Agricultura - Región Agraria XVI - Junin.

El lecho del río Yacus en su desembocadura al río Mantaro presenta una superficie de topografía plana, compuesta de detritos finos (arcilla, limo, arena) con menores proporciones de gravas. Estos depósitos (Planicie Lacustre Aluvial) son producto de sedimentación en ambiente lacustre que es parte del proceso de relleno de la cuenca ó fosa tectónica y que corresponde al área central depresionada de la zona de estudio. En este ambiente, ocurren fenómenos de inundación periódica o excepcional, por efecto del aumento del nivel del agua del Yacus y que es favorecida por la topografía casi a nivel. [foto 1]

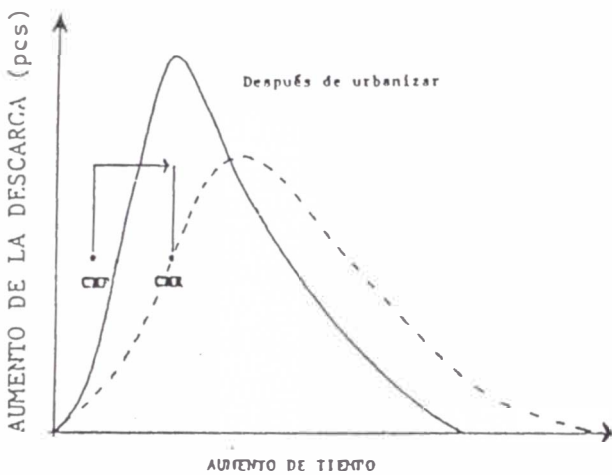
Al igual que otros ríos de la zona dentro del Valle del Mantaro el río Yacus todavía no alcanza

HIDROGRAFICOS DE UNA INUNDACION MOSTRANDO EFECTOS DE URBANIZACION



Leyenda:

- A = Rural
- B = Cuenca con alcantarillado
- C = Cuenca con alcantarillado y suelo impermeable



Hidrogramas esquematicos que muestran el efecto de urbanizacion: reduccion del lapso de tiempo e incremento de la maxima descarga. Los puntos CMP y CMR son los centros de masa y escorrentia, respectivamente

Fuente: Adaptado de Strahler, A.N. y Strahler A.N. Environmental Geoscience: Interaction Between Natural Systems and Man. (Santa Barbara, California: Hamilton Publishing Co., 1973); y Riggs, H.C. Streamflow Characteristics. (Nueva York: Elsevier, 1985)

FIG.-1 ESQUEMAS HIDROGRAFICOS QUE MUESTRAN EL EFECTO DE URBANIZACION

Fuente: Extraido del Seminario Internacional para la Prevencion y Mitigacion de Desastres / Octubre 1992 - Cismid

la etapa de madurez. Prueba de ello se evidencia en que el perfil longitudinal reduce su gradiente, el cual decrece en forma gradual hacia la desembocadura del río como se observa en los planos. También se observa que el río Yacus adquiere la forma de curvas suavemente sinusoidal (meandros) en la parte amplia del Valle (altura del Aeropuerto) característico de un río entre juvenil y maduro. Debemos anotar que la forma sinusoidal se debe a la resistencia variable de las orillas a la erosión.(4)

5.3.- Efectos del uso de las Llanuras de Inundación

En esta parte, es necesario destacar que la cuenca hidrográfica es un factor importante que puede definir tanto la magnitud como el tiempo de ocurrencia de una inundación, el cual tiene como variables principales el contenido de humedad del suelo, la cobertura vegetal, el uso del suelo, la pendiente promedio de la cuenca y el tamaño de la misma.(5) De los mencionados anteriormente, las tres primeras variables se ven afectados notoriamente con los cambios en el uso de las Llanuras de Inundación, tales como urbanizadoras y la producción agrícola más intensiva, que pueden aumentar la descarga y los desniveles de inundación siguientes.

Se ha verificado últimamente de experiencias anteriores, que la práctica constructiva en tales zonas; aumenta la descarga y la tasa de descarga, pues con ello se consigue reducir la extensión del área de los terrenos de superficie disponibles para absorber la lluvia, y canalizar el flujo a alcantarillados y drenajes mucho más rápidamente.

Los cambios en la descarga se muestran simbólicamente en la figura 1 (6), donde se observa que el tiempo de descarga se reduce y aumenta la tasa de descarga (Q). Así también los rellenos artificiales en la Llanura de inundación que actúan como obstáculos, reducen la capacidad del canal de inundación y pueden elevar por tanto la altura de la inundación.

En resumen, el análisis de la dinámica de la **Llanura de Inundación** es básico, para hacer un estudio de Planificación integrada para el desarrollo de estas zonas inundables.

5.4.- Definición de Inundaciones y avenidas

Los caudales de los ríos son variables en el tiempo y es precisamente esta variabilidad de las corrientes naturales la que se manifiesta a veces de un modo más intenso, mediante eventos extremos como son las avenidas y las sequías

Las AVENIDAS, crecidas, crecientes o riadas como también se le llama, es fundamentalmente un fenómeno hidrometeorológico (cuyo agente activo son las lluvias) que se debe a las condiciones naturales del medio y que se manifiesta con un aumento considerable del caudal de los ríos por encima de los valores normales de escurrimiento y que tiene el carácter de aleatorio.

En cambio una INUNDACION, es el desbordamiento de un río por acumulación de agua en zonas que normalmente no se encuentran sumergidas por la incapacidad de su cauce para

contener el caudal que se presenta y la incapacidad de absorción del suelo.(6)

La inundación, es pues un fenómeno de tipo hidráulico; prueba de ello es que pueden ocurrir inundaciones sin que se produzca una crecida o un evento hidrometeorológico extraordinario.

La inundación, es un fenómeno controlado por la GEOMORFOLOGIA; e indica la existencia de condiciones topográficas que permiten que el exceso de caudal se distribuya sobre áreas periódicamente anegables.(9)

En valles amplios normalmente la avenida origina la Inundación a causa de la existencia de unidades morfológicas de distinto nivel que le permiten propagarse progresivamente sobre las ultimas. Sin embargo, en las llanuras se encuentran áreas muy grandes, de miles de kilómetros cuadrados de extensión, donde no existen cursos fluviales definidos, o bien ellos son despreciables con relación a la extensión de las zonas inundables, y en las mismas, el concepto de creciente pierde totalmente significación. De acuerdo a lo anterior, podemos decir que puede darse una avenida sin inundación y una inundación sin avenida, puesto a que responden a un doble condicionamiento hidrológico-morfológico.(10)

5.5.- Cauce del río - características del cauce del río Yacus

El cauce de un río esta compuesto por el canal del río, las márgenes y la zona de Inundación. Entre los factores más importantes que permiten describirlo están:

- La sección transversal que define la geometría del canal.*
- La rugosidad del canal y de las márgenes que determina la velocidad con la que el agua discurre por el cauce. y*
- La pendiente longitudinal del curso que también define la velocidad del agua en el canal.*

Si una avenida se produce en una determinada zona de la cuenca las siguientes condiciones del cauce pueden favorecer a una inundación:

- Obstrucciones en el canal del río como rocas, arboles, etc.*
- Alteraciones de la sección como remoción del material del lecho*
- Presencia de obras como Puentes, Barreras, etc. (7)*

Es normal que los ríos se desborden de vez en cuando, se salgan de madre y continúen el proceso natural de erosión de sus cuencas, depositando sedimentos en las Llanuras de Inundación.

El río Yacus, por carecer de un sistema de defensa, todos los años ocasiona daños a la Agricultura del Valle esta situación se agravo en los meses de verano de 1994 debido a las extraordinarias crecientes. El río Yacus, ha sido encauzado en años anteriores, pues se observa que durante el encauzamiento de este río se han construido diques y gaviones cuyo valor varía según los materiales usados y su longitud de construcción. También durante el recorrido que se hizo por la zona de estudio se observo que la problemática del lugar es clara y definida, el curso del río divaga y durante las avenidas las viviendas que están en

construcción en las riberas se encuentran en alto riesgo de ser inundadas y arrasadas. Por supuesto que el tipo y comportamiento de la inundación varía según las características del valle fluvial y la mayor o menor complejidad morfológica del mismo. [fotos 2 y 3]

Se recorrió por el lecho del río, aguas arriba y aguas abajo del Puente que comunica Jauja con Huertas, y se observó que el lecho es amplio, no tiene un cauce definido en toda su trayectoria y las aguas divagan en el lecho durante su recorrido.

5.5.1.- Morfología del río YACUS

Todo el cauce del río en la zona del encauzamiento, está formado con material de diferente granulometría, desde piedras de regular tamaño hasta arenas y limos.

No existe mayores diferencias de niveles entre las márgenes derecha e izquierda con la profundidad del cauce tanto en las zonas cercanas a la intercepción de los ríos Huala, Molinos y Yacus para formar este último, como en todo su recorrido hasta aguas abajo del puente de tramos simplemente apoyados. (Puente a Huertas). La ribera derecha presenta varias terrazas en diferentes niveles, cubiertas de tierra vegetal (altura de las casas del Conjunto Habitacional RIO VERDE.) . La ribera izquierda por el contrario presenta terrazas similares de menor desnivel.

El cauce del río en las zonas donde se ha proyectado el encauzamiento es bastante irregular; carece de un buen sistema de defensa, que ha producido la erosión de los terrenos ribereños principalmente los de la margen izquierda, los de la otra margen se han defendido mejor por tener áreas cubiertas de tierra vegetal en terrazas más altas.

En esta margen, también el cauce corre paralelamente y cercano a las parcelas del Valle, que están defendidas parcialmente por **pircas**; y que dicho sea de paso, el río en esta parte ha causado pocos destrozos en relación a la otra . Se debe tener presente que hay otros ríos que alimentan al río Yacus, por tanto, es de esperar que durante grandes avenidas o avenidas extraordinarias ocurra la inundación. A pesar que el lecho es amplio, se nota como en la dinámica fluvial durante este proceso, es decir su evolución, se produce la profundización del cauce (que es muy pequeño), el ensanchamiento y el alargamiento formando más curvatura. [fotos 4 y 5] Debemos tener presente que durante las crecientes la velocidad del escurrimiento aumenta, lo cual altera las relaciones entre el caudal sólido transportado y los sedimentos del fondo. Como resultado de ello la morfología del lecho se altera y se originan desplazamientos de las dunas del fondo y cambios morfológicos de las mismas. (9) [fotos 6 y 7] Durante la erosión fluvial escurre gran cantidad de agua, produciéndose transporte de sedimentos tales como arenas medias y finas limpias, limo y gravas que según su morfometría (examinando la forma redondeada, aplanada, alargada y conociendo sus dimensiones) sabemos el grado de erosión y el origen de su relieve e indican cuanto han sido desgastados durante su transporte indicando con que velocidad se presentaban durante los periodos de avenidas conociendo así su caudal, la fuerza de

arrastre, los materiales en suspensión y en disolución [foto 8](6)

Todo esto contribuye a la erosión tanto en su profundidad como en la parte lateral de las riberas que de esta forma se van ensanchando creando así un lecho aparente, luego el lecho de inundación y el canal de estiaje. Se puede aplicar algunas relaciones y decir que la velocidad de la corriente fluvial obedece a la formula de Chezy-Eytelmein:

$$V = C * \sqrt{R * I}$$

donde :

V = es la velocidad de la corriente

C = es el coeficiente de rugosidad del lecho.

R = es el radio hidráulico (cociente de la superficie de la sección mojada entre su perímetro)

I = es la pendiente del río.

De esta forma, por medio del valor de R se conoce la potencia de rozamiento del río, que ensancha su cauce. Por otro lado, si existen dos o mas canales de estiaje, la forma y disposición de islas o bancos puede cambiar, en tanto que aquellos con vegetación se recubren de sedimentos que pueden alcanzar varios decímetros. El cambio de posición de los canales de estiaje, es una de las modificaciones más frecuentes y peligrosas, que en el caso de un curso meandrónico dejan las típicas lagunas en media luna ó en herradura.(9)

Para el caso del río Yacus se deduce que durante el recorrido fluvial ocurre que la velocidad en parte es laminar y en parte es turbulenta, formando vórtices y depositando materiales que dan origen a los pequeños islotes o bancos de gravas arenosas como se observa actualmente en los períodos de estación seca (Mayo-Octubre), también se notaran cuando el caudal es medio y cuando el caudal es mínimo, pues las aguas cursaran por el canal de estiaje.

La corriente de agua tiene una potencia que sobrepasa la energía gastada en rozamientos internos o contra el fondo, y que es capaz de transportar materiales y a veces de poner en movimiento los elementos del lecho, arrancandolos tal como se muestra en la ribera, tanto en las márgenes derecha e izquierda del río Yacus.[foto 9]

En la erosión existe una gran influencia de la velocidad, el material que transporta y la topografía, pues la pendiente que en este caso es considerable, es la razón por la que los muros de piedra protegidos con mallas de alambre (gaviones) como se ven en el campo no resistieron a la fuerza de erosión, colmatación y socavación y por tanto fallaron.[fotos 10 y 11]

El lecho del río es un espacio que puede ser ocupado por las aguas de una corriente como se ve en el lecho aparente, es un alveolo bien determinado entre las riberas, ocupado por los materiales rodados por las aguas, a diferencia del lecho mayor ocupado por la vegetación como los eucaliptos, gramas y la ubicación de viviendas. Esto se aprecia aguas arriba del puente en la margen izquierda y derecha [foto 12]

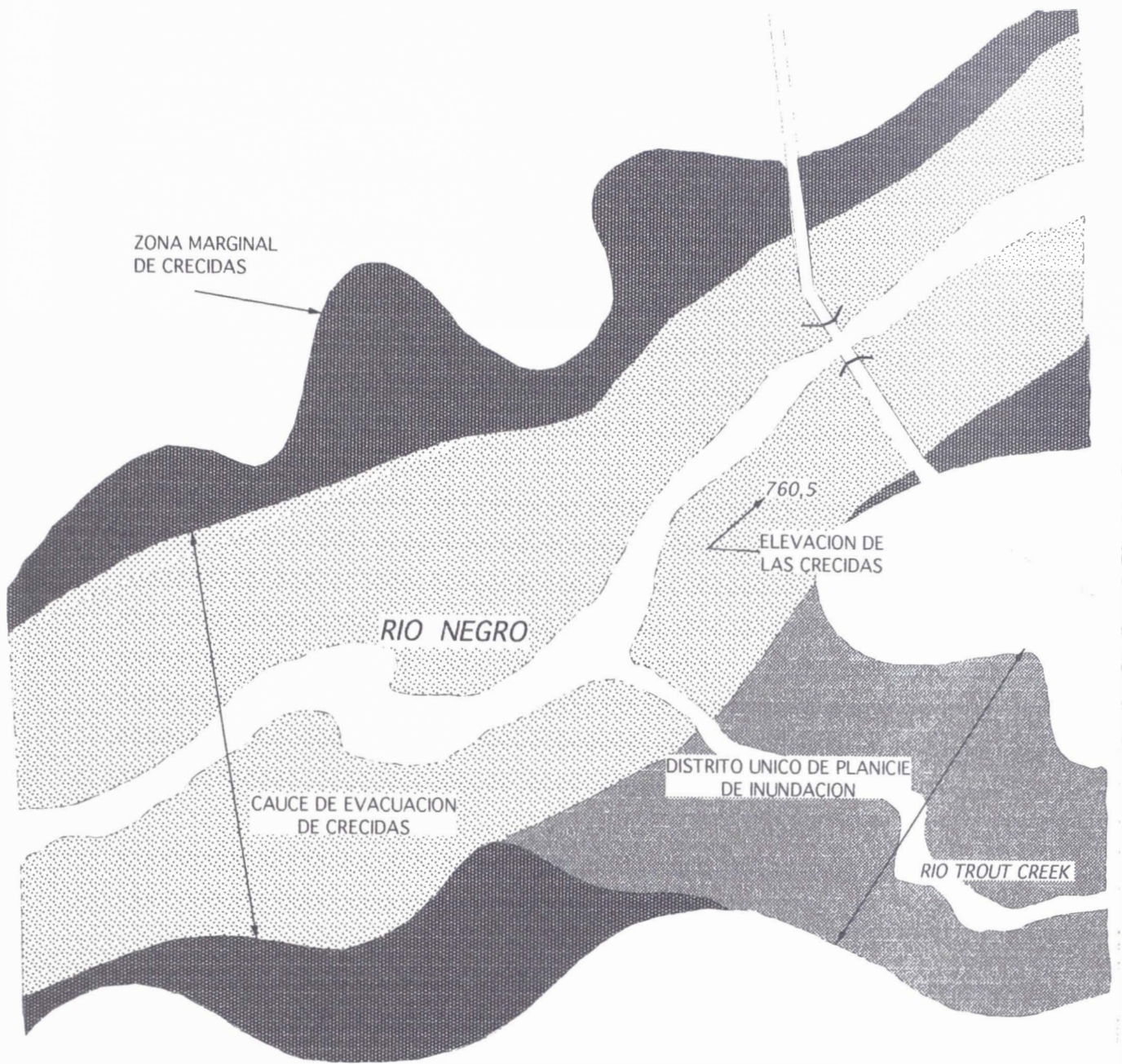
La invasión de las aguas al área del Back Swamp trae aparejado el arrastre de biomasa que termina navegando a la deriva y embancandose en los pilares de puentes u otras obras de arte, sumando su efecto de empuje a la socavación que originan, por lo cual son sumamente

peligrosas y difíciles de remover. Por otra parte, los Back Swamp definen el límite de las inundaciones ordinarias y en ellos se acumula biomasa muerta y sedimentos finos que, en conjunto, constituyen suelos muy malos para las obras de infraestructura. Las terrazas T1 y T2 u otras son cubiertas con periodos de recurrencia mas largos en crecientes extraordinarias, razón por la cual con frecuencia son ocupadas por la expansión urbana y surcadas por terraplenes que en crecientes de este tipo actúan como verdaderos diques sufriendo serios problemas de erosión [foto 13]



De esta manera las viviendas en construcción y aquellas que están construidas en ambas márgenes, en un día gris o cualquier noche pueden ser inundadas con una gran avenida sembrando el pavor entre sus ocupantes, pudiendo causar muchas perdidas de vidas y de bienes, debido a estar ubicadas en pleno lecho del río Yacus.[fotos 14 y 15]. Se observa también de las fotos aéreas que el río forma un codo de aproximadamente 120 grados, y cerca al vertice de este codo se halla el área ocupada por las viviendas del proyectado Conjunto Habitacional. Es obvio que las aguas ingresan al vertice con fuerza y existe una linea de velocidad máxima cercana a la margen derecha en este vertice que socava la ribera. De otro lado, anotaremos también que existe deficiencias en el diseño de la cimentación y el aspecto constructivo de los módulos de vivienda.[foto 16](14) . Esto se vera en más detalle en el punto referido a la Vulnerabilidad de estas edificaciones del Conjunto Habitacional "RIO VERDE". En resumen se puede señalar que ambas márgenes no se encuentran con un sistema de defensas que pueda con éxito, contener la acción erosiva del río en sus máximas avenidas, encontrandose las tierras de cultivo ribereñas, así como también las viviendas de las cercanías al cauce en constante peligro.

5.6.- Planicies de inundación

Las Planicies o Llanuras de inundación son terrenos adyacentes, y casi al mismo nivel de un curso de agua (río ó riachuelo), que solo se inundan cuando el caudal excede la capacidad del cauce normal (Recurrentes).Cualquier parte de una Planicie de Inundación puede verse inundada, ya que esta ha sido formada por el río crecido precisamente para descargar los grandes caudales que se pueden presentar. Más sencillamente una Llanura de inundación se define como una franja de tierra junto a un río y que sufre el desborde de las aguas durante crecidas (Leopold et al.). Las planicies de inundación de un río se estudian para delimitar las zonas inundables y se basan en un mapa topográfico (en general debe ser 1:5000 o 1/2500). Estos mapas de zonas inundables sirven para planificar el uso de la tierra, definir la ubicación de estructuras de protección contra inundaciones y zonificar nuevos desarrollos urbanos, de acuerdo a diferentes riesgos de inundación que se predice. El estudio de las planicies de inundación también incluye la colección de información topográfica, los estudios hidrológicos, la colección de información hidráulica, el análisis de curvas de remanso y la delimitación de un mapa de las zonas inundables con diferentes tiempos de retorno.(5)



En el río Negro se establecen dos distritos porque se dispone de datos para determinar la zona marginal de crecidas(1), el cauce de evacuación de crecidas(2) y la elevación de las crecidas(3). En el río Trout Creek resulta apropiado el distrito único de la planicie de inundación porque no se dispone de datos para determinar la zona marginal, el cauce de evacuación y la elevación de crecidas.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD		
TESIS :	MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAUJA	FIGURA:
PLANO :	ZONIFICACION DEL APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA EN EL RIO NEGRO Y EL TROUT CREEK	2.0
TESISTA :	Bach. Jaime Arteaga Limachi	FECHA :
FUENTE :	Kusler y Lee 1972	Marzo '95

Las Llanuras de inundación, no son estáticas ni estables. Están compuestas de sedimentos no consolidados, se erosionan rápidamente durante inundaciones y crecidas de agua, ó pueden ser el lugar donde se depositen nuevos estratos de lodo, arena y limo.

La figura 2 muestra este comportamiento dinámico donde el canal de un río puede cambiar de posición en la amplia llanura de inundación y la llanura de inundación, a su vez es modificada periódicamente por las inundaciones, en la medida que el canal se desplaza de un lugar a otro. El ancho de una llanura de inundación está en función del caudal del río, velocidad de la tasa erosionante, la pendiente del canal y la dureza de la pared del canal.

En ríos grandes como el río Yacus; donde el lecho tiene poca pendiente, se desarrollan amplias Llanuras de inundación [fotos 1 y 2]. A medida que estas Llanuras se desarrollan, la migración de un lado a otro del canal del río, produce lagos semilunares (meandro abandonado) ; diques naturales y depósitos de ciénagas desconectados del canal actual, como se ve en el río en estudio.

Hay muchos métodos útiles para definir las zonas de peligro de inundaciones a lo largo de los ríos y poder controlar el aprovechamiento de la tierra en interés de la prevención de los desastres por inundaciones. El método más amplio para este control es el de zonificación que permite a los gobiernos locales dividir la superficie de su jurisdicción (basados en un mapa topográfico) en zonas para Uso Residencial, Industrial, espacios abiertos públicos, Agrícolas, etc. a fin de prever todos los aprovechamientos convenientes, excluir los incompatibles o contrarios y fomentar un desarrollo armónico. En el Reino Unido, se determinan por lo común tres zonas en la planicie de inundación:

a) El CAUCE DE EVACUACION, es la parte central de toda la zona inundada, característicamente tiene aguas más profundas, grandes velocidades y muchos arrastres.

b) La ZONA MARGINAL DE CRECIDAS, se ubica en ambos lados del cauce de evacuación de crecidas. Es una zona de aguas menos profundas y mas tranquilas, almacenadas hasta el nivel del cauce de evacuación descienden y pueden volver al cauce principal.

Durante ese periodo de almacenamiento, los sedimentos se depositan en la zona marginal que contrasta con el cauce de evacuación, en donde la erosión es mucha mas frecuente; y

c) La TERCERA ZONA MARGINAL, expuesta al riesgo de Inundaciones de magnitudes aún mayores, Los principios de CONTROL aplicados a cada zona son en la primera, PROHIBITIVOS; en la segunda, RESTRICTIVOS; y en la tercera, PRECAUTORIOS.

En el Cauce de Evacuacion de Crecidas, se prohíbe todo aprovechamiento que obstruya el paso de aguas orientando las construcciones de edificaciones hacia otros lugares y diseñando puentes de ojos adecuados, permitiendo solo los aprovechamientos del tipo no estructural, como tierras de labor o recreo y el pastero del ganado. La finalidad es que el agua pueda

descender río abajo sin retroceder o aumentar los niveles río arriba. (Yacus) [figura 3]

En la Zona Marginal de Inundación(crecidas), la finalidad es preservar espacio de almacenamiento suficiente para las aguas de la crecida, a fin de que la descarga río abajo no se vea acelerada por una concentración rápida de las aguas en el cauce de evacuación. Aquí el desarrollo se limita; a los Servicios Públicos esenciales u otros aprovechamientos (desarrollo y planeamiento agrícola) siempre que estos se eleven por encima del nivel de las inundaciones ó se defiendan contra estas de algún otro medio [figura 3]

En la Zona de Precaucion(tercera zona marginal), situada al borde de la zona principal de peligro de Inundaciones, en esta parte los Organismos de Aguas y afines, pueden asesorar sobre niveles ó métodos seguros de Construcción, pero en general no desalentaran el desarrollo en esta zona; y que poca o ninguna restricción será impuesta en el interés de la Prevención de Desastres por Inundación.[figura 3]

Basados en los criterios anteriormente descritos y evaluados mediante análisis de modelos (de simulación de AVENIDAS en cuencas conceptuales sin ningún tipo de registro) se procede a dibujar un mapa que muestre las áreas inundables por crecidas de diferentes períodos de retorno. Estas áreas se determinan en ambas márgenes del cauce por transferencia de las alturas de la superficie de agua hacia el mapa topográfico, para una determinada frecuencia(Dambreak). El mapa de inundaciones así preparado, proporciona una idea global de las áreas sujetas a inundación y la frecuencia esperada de estas inundaciones.(11)

Después de la zonificación de las planicies de inundación la selección del tipo de medida de protección a ser utilizada juega un rol decisivo en el planeamiento del control de inundaciones. La selección del tipo de medida de protección se vera en el acápite referido a la prevención y mitigación en este tipo de desastres.

5.7.- Estudios hidrológicos e hidráulicos

Los estudios hidrológicos tienen por objetivo determinar las descargas de avenidas que se producen en puntos de interés a lo largo de un curso de agua.

El calculo puede hacerse utilizando registros que existen o generando datos mediante simulación. _En cualquier caso el producto final del estudio es de la magnitud y frecuencia de las descargas máximas del río. Ellas se relacionan con el periodo de retorno o sea el numero de años que pasa, en promedio, entre dos avenidas de igual magnitud.(5)

De igual forma, los estudios hidráulicos nos llevan a la determinación de una avenida de diseño, que es la máxima esperada para un determinado período de retorno y para la cual se proyectan las obras de protección.

Para la determinación de esa avenida de diseño se puede partir de formas diferentes, tomando

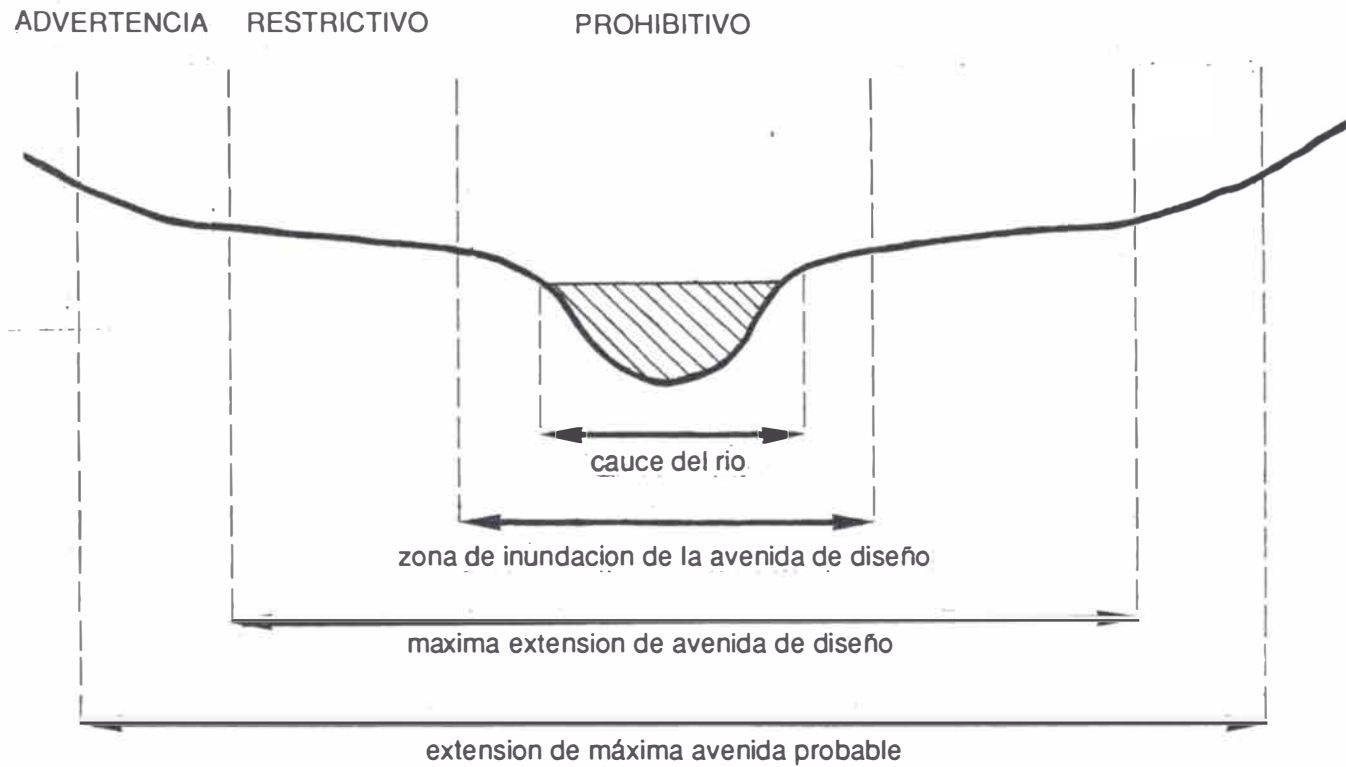


FIG.-3 PLANICIE DE INUNDACION DIVIDIDO EN ZONAS PARA LA REGULACION DEL USO DE LA TIERRA

Fuente: Disaster Prevention and Mitigation. Volume 2
 Hidrological Aspects / Naciones Unidas 1978

directamente los datos existentes de caudales, utilizando las medidas de precipitación para convertirlas luego a caudales ó haciendo uso del ANALISIS REGIONAL. Para nuestro caso se tuvo que tomar la última opción, debido a que no era posible disponer de registros de descargas ó de precipitación, por encontrarse los tramos del cauce en estudio (muy alejados de una estación hidrométrica ó pluviografica u otro tipo de estación, el cual nos permitiera el registro de un número confiable de lecturas (de por lo menos 20 años) razón por la cual se estimaron estos caudales siguiendo métodos indirectos.

Para nuestro estudio se utilizaron los datos de descargas instantáneas (Q máx. inst.) así como de caudales máximos medios diarios (Q max.med.dia.) anuales del mayor numero de años posible de las estaciones vecinas. Para efectos de zonificación generalmente se utiliza la primera por su facilidad de trabajo.

Una vez obtenido la relación de descargas máximas; ya sea por mediciones directas de caudales; en base a datos de precipitación, o mediante el Análisis Regional (este ultimo fue el método empleado para esta parte de la Tesis) se procede a la selección de la avenida de diseño. Para esto se procedió a efectuar un análisis de frecuencias de descargas con la ayuda de los estudios de Probabilidad.

Debe entenderse que la curva de frecuencia es solo una expresión que nos indica el numero de veces que un evento "X" se podría presentar en un determinado intervalo de tiempo, siendo necesario cuando los registros son cortos, el que sea apoyado con experiencias regionales. Generalmente en el caso de crecientes la longitud de los registros es normalmente corta y no es posible determinar la distribución de frecuencias mas apropiada para ser usada al analizar las probabilidades. Pese a ello, se ha logrado adaptar muchos de estos eventos a cualquiera de las diversas distribuciones standard ó normales de frecuencias que han sido largamente estudiadas y cuyas ecuaciones de distribución están bien establecidas.

Para nuestro caso, los datos existentes se analizaron mediante las distribuciones más conocidas para este tipo de estudio, como son el de Gumbel, Log Pearson III, Log Normal y Log Normal de tres parámetros apoyados en programas de computo para efectuar estos análisis. Finalmente se trabajo con la de Gumbel por presentar error standard porcentual menor que los otros métodos anteriores.(12)

Por otro lado, el Analisis Hidraulico, tiene por objetivo determinar las curvas de remanso que se producen por el paso de una avenida por una sección determinada del río. Estas curvas de remanso luego, definen la superficie inundada por dicha avenida.

El análisis de las curvas de remanso es un proceso iterativo por el cual, dadas la geometría de una sección transversal y la descarga se calcula. La altura del agua en una sección contigua bien sea aguas arriba o aguas abajo. Debido a que es un proceso de tanteo, el uso de computadoras es esencial. En este sentido, se han desarrollado varios modelos matemáticos, siendo el mas empleado el modelo conocido como HEC-2 (Hidrologic Engineering Center) (5). Los resultados para esta parte fueron calculados con el programa DAMBREAK el cual se utiliza en el diseño de Presas para cuencas con area menores de 1000 km². La solución para

esta parte, el cual nos determinara las areas de inundación, para diferentes periodos de retorno de 100, 500 y 1000 años (mediante el transito de la avenida de diseño) se presenta en los anexos.

5.8.- Análisis Regional

Este método es utilizable para determinar la descarga en un tramo de cauce que no dispone de estación hidrométrica (cuencas sin registro) en base a los registros disponibles de las cuencas vecinas, que deberán tener características morfológicas e hidrológicas similares a las de una cuenca en estudio.(11).

En esta oportunidad solo vamos a emplear el método para la obtención de descargas de una cuenca sin estación hidrométrica.

También se le define como el sistema de encontrar relaciones de la descarga máxima con factores hidrometeorológicos y geográficos que se pueden medir.

Precisamente con el objeto de resolver esta aparente disociación entre las precipitaciones, las características de la cuenca hidrográfica y las avenidas de todas las cuencas vecinas, que posean estaciones con registros de descargas, es que se utiliza los modelos matemáticos; existiendo varios que cumplen esta función, siendo los más conocidos y desarrollados el: U.S. Soil Conservation Service (TR-20); U.S. Corps of Engineers (HEC-1,2,3,4); STANFORD WATER SHED MODEL (HSPF) (5). Se sabe que existen amplias zonas del Territorio Nacional sin mediciones hidrológicas, en especial las referidas a avenidas máximas; razón por la cual es necesario contar con métodos indirectos para estimar estos caudales, pues nos servirán para la expansión y desarrollo de los Recursos Hidráulicos y el Planeamiento ordenado de las ciudades.

Una forma de llenar este vacío es utilizando la Información Hidrológica existente en el Banco de datos del SENAMHI, ELECTROPERU u otras Instituciones, y elaborando mapas que nos permitan una transferencia de información desde puntos de control hacia puntos sin mediciones; determinando las máximas avenidas, a nivel de valores instantáneos ó de medios máximos, asociadas a diferentes periodos de retorno y en las distintas secciones de interés, así como el análisis de la variabilidad espacial de las máximas avenidas en la zona de estudio (mediante funciones de regresión) y su dependencia con los distintos parámetros geomorfológicos y geográficos de la región en estudio.(12)

Hay que resaltar en esta parte, que diferentes autores, coinciden en el hecho de que las Avenidas dependen básicamente de los factores geomorfológicos de la cuenca en estudio. En lo referente a la zona en estudio propiamente (la cual aparece en el Mapa de ONERN y de SENAMHI) luego de revisar todas las cuencas ubicadas dentro del Valle del Mantaro, se determino aquellas alternativas (Subcuencas del Mantaro) que se encontraban aguas arriba de la cuenca del río Yacus y en un radio de acción de 160 kms cubriéndose incluso hasta la Oroya. Así, tenemos a las subcuencas del río Yauli, del río Huari, del río Pachacayo, los

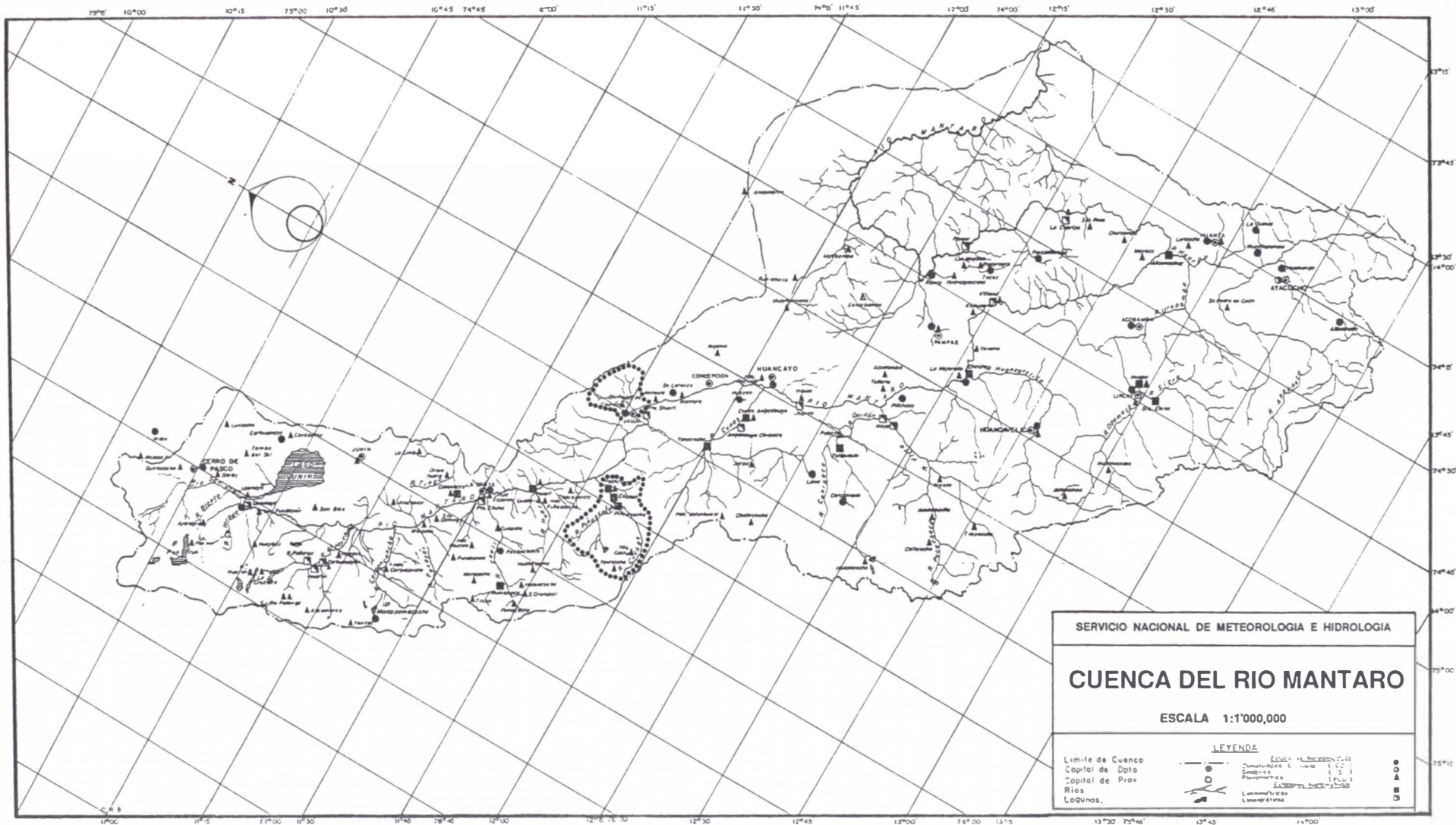


FIG.-4 CUENCA DEL RIO MANTARO CON LA UBICACION DE LAS SUBCUENCAS DEL RIO YAULI, HUARI Y PACHACAYO
Fuente: SENAMHI

cuales se compararon con la subcuenca del Yacus determinandose que la ultima opción (Cuenca del Pachacayo) era la que mejor se ajustaba a los requisitos del Método Regional (figura 4). Para esta operación, se realizaron en forma paralela la evaluación de los principales parámetros geomorfológicos de todas las estaciones señaladas anteriormente. Este proceso fue realizado básicamente sobre Planos Topográficos a escala 1:100000 (Cartas Nacionales del Instituto Geográfico Nacional); empleando algunos otros instrumentos como el planímetro y el curvímeter para este fin. En lo referente a la bibliografía concerniente específicamente al proceso de Regionalizar las Máximas Avenidas en la zona de estudio (Cuenca del Mantaro), se han realizado diversos trabajos como el referido al Planeamiento del Aprovechamiento Hídrico de la cuenca del río Pachacayo con fines de explotación de las Lagunas de la Cuenca Alta(13) . En este informe se calcula en el capítulo referido de Avenidas, el caudal pico estimado para la estación de Pachacayo, según diferentes períodos de retorno, estimandose por ejemplo los siguientes valores: $Q= 240,13 \text{ m}^3/\text{seg.}$ para $Tr = 100$ años y de $Q= 212,37 \text{ m}^3/\text{seg.}$ para $Tr= 50$ años.

Estos resultados serán de utilidad para comparar con los obtenidos para la Subcuenca del Yacus en la aplicación del Método Regional. Finalmente, otro estudio referencial, es el denominado PLANEAMIENTO DE LA REGULACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DEL RIO MANTARO, este estudio preparado por la S & Z Consultores Asociados S.A., es un informe cuyo objetivo es confirmar las características de los almacenamientos previstos en la Cuenca del río PACHACAYO; así como los criterios que deben guiar la operación de estos reservorios para alcanzar la máxima producción de Energía Hidroeléctrica en las CC.HH. Santiago Antunez de Mayolo y Restitución; analizando para ello la situación actual y futura de los recursos hídricos de la cuenca.(14)

5.9.- Características físicas de una cuenca

Existen diversas características de la cuenca que tienen influencia en la forma y magnitud de una descarga máxima. En una cuenca, se pueden determinar dos tipos de características físicas; las primeras que cambian de tormenta a tormenta (índice de precipitación, capacidad de infiltración, capacidad de intercepción, etc.) y las segundas que son constantes de tormenta a tormenta y que también se les llama parámetros geomorfológicos. El presente punto trata sobre este último tipo de características.

Estos factores físicos se representan en forma numérica.(12) La descripción sistemática de la geometría de una cuenca y de su red hidrográfica requieren mediciones de aspectos lineales de la red de drenaje, del área de la cuenca y del relieve, teniendo una mayor incidencia la distribución de pendientes. Las dos primeras categorías de medición son planimétricas (es decir, tratan de propiedades proyectadas sobre un plano horizontal); y la tercera categoría, trata de la desigualdad vertical de la forma de la cuenca.(14)

Es importante indicar que en cada región las crecidas tienen características particulares y no

necesariamente la importancia de un factor en una zona lo es tan significativamente en otra. Las características son las siguientes:

a) AREA DE LA CUENCA. (A)

Este factor se expresa en km^2 . La cuenca topográfica, viene a ser la superficie topográfica drenada por dicho río y sus afluentes por encima del punto considerado (punto elegido de interés). Su delimitación se hace siguiendo las líneas del "divortium aquarum", hasta el punto donde se considera la sección normal siguiendo la línea de mayor pendiente. Luego para conocer el área de la cuenca se efectúa el planimetrado del área delimitada. En el área de la cuenca del río Yacus, es probable que existan diferencias entre la cuenca real y la topográfica, debido a que existen terrenos karsticos en el área de estudio.

b) PENDIENTE DE LA CUENCA. (P)

Esta característica tiene influencia en el tiempo de concentración de una Cuenca (T_c), el mismo que será menor cuando este se asemeje a una forma circular. Se expresa en kilómetros.

c) FACTOR DE FORMA. (Ff)

Es un parámetro que esta relacionada con la forma de la Cuenca, mediante el se determina la distribución de las descargas a lo largo del curso principal, y es en gran parte responsable de las características de las crecientes que presentan las mismas. El Ff se expresa como la relación entre el área de la Cuenca y el cuadrado de la longitud del curso del agua más largo. [$Ff = A / L^2$]

d) DENSIDAD DE DRENAJE. (Dd)

Este parámetro esta relacionando con el sistema de drenaje de la Cuenca y esta constituido por el curso principal y sus tributarios. Se expresa como la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la Cuenca(Li) y el área total de la misma.(A) . Valores altos de este parámetro indicarán tiempos de concentración cortos y una cuenca con baja densidad refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta. [$Dd = LI / A$]

e) ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA (H)

Este parámetro se obtiene mediante la siguiente relación'. Es una característica que representa la declividad de la Cuenca. Se expresa por la siguiente relación: [$H = \sum (hi Si) / A$]
donde: hi = Altitud media de cada área parcial comprendida entre las curvas de nivel. Es tomada con respecto a la desembocadura / Si = Area parcial entre curvas de nivel / A = Area total de la cuenca.

f) PENDIENTE DEL RIO (Sr)

El agua superficial escurre con una velocidad que depende directamente de la declividad de los lechos fluviales, así a mayor declividad, habrá mayor velocidad de escurrimiento. Precisamente mediante este parámetro se determina la declividad de un curso de agua entre dos puntos. (tramos mas largo).y se determina mediante la siguiente relación, donde S se aplica al tramo más largo. [$S = n^2 / [\sum (1 / \sqrt{Si})]^2$]

CARACTERISTICAS	YACUS	PACHACAYO
INDICE DE COMPACIDAD	$Kc = 1,3025 < 2$	$Kc = 1,4532 < 2$
FACTOR DE FORMA	$Ff = 0,3237$	$Ff = 0,2492$
DENSIDAD DE DRENAJE	$Dd = 0,6960 \text{ Km/km}^2$.	$Dd = 0,6189 \text{ Km/km}^2$.
EXTENSION MEDIA DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL	$Es = 0,359184 \text{ Kms.}$	$Es = 0,403970 \text{ Kms.}$
ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA	$Hm = 3945 \text{ m.s.n.m.}$	$Hm = 4440 \text{ m.s.n.m.}$
PENDIENTE DE LA CUENCA	$Si = 0,25810$	$Si = 0,22497$
PENDIENTE DEL RIO	$Sr = 0,0260425$	$Sr = 0,0200097$
DECLIVE EQUIVALENTE CONSTANTE	$S = 0,015331$	$S = 0,017$

TABLA 3.1

**CARACTERISTICAS
GEOMORFOLOGICAS
DE LAS SUBCUENCAS
DEL YACUS Y PACHACAYO**

g) PENDIENTE DE LA CUENCA. (Sc)

Este parámetro influye directamente en el escurrimiento superficial; controlando su velocidad y afectando al tiempo que el agua de lluvia demora en concentrarse en los lechos fluviales que forman la red de drenaje de la Cuenca. Existen diferentes métodos para el cálculo de la declividad, siendo este uno de ellos, su fórmula es la siguiente:

$$Sc = \sum [Longitudes \cdot (Diferencia \text{ entre curvas de nivel})] / Area$$

Los resultados de estos parámetros geomorfológicos y geográficos se indican en la siguiente tabla 5.1 tanto para la cuenca del río Yacus como para la de Pachacayo, siendo este último, el utilizado para el Análisis Regional y que mejor se acondiciona a los requerimientos del método, según se puede constatar.(14)

5.10.- Análisis de la Vulnerabilidad por Inundaciones en el río Yacus

Esta parte de estudio, pone en evidencia la interrelación de los 4 aspectos que hay que tener en cuenta al enfrentarse a una catástrofe de este tipo (inundaciones) y son las siguientes: Sus aspectos físicos, las condiciones socio-económicas de la población expuesta a la catástrofe, los daños resultantes y su costo y por último, que hacer para reducir los daños.

Se ha podido elaborar también algunas recomendaciones, fundadas en los resultados del estudio, para complementar las estrategias de actuación en caso de inundaciones y que se podrían aplicar en la zona del río Yacus.

Los datos necesarios para elaborar el estudio se obtuvieron por medio de fuentes primarias y secundarias; las primeras fueron representadas por la investigación llevada a cabo en campo, entre 220 lotes de vivienda, las cuales se hallan en la margen derecha del río Yacus. Los datos se refieren a los daños provocados por inundaciones en la zona, y al costo de los daños por inundaciones en el medio doméstico. Los datos secundarios provienen de investigaciones precedentes como mapas, documentos de la Administración Municipal y afines.

Según INADUR, el área ocupada por estas viviendas del Conjunto Habitacional RIO VERDE fue proyectada para su habilitación como áreas verdes y de recreación; en todo caso seguir siendo aprovechada como terrenos de cultivo. Pero, en vista de que la ciudad continúa extendiéndose a través de este eje de desarrollo.(Plaza de Armas - Jr. Grau - Plaza La Libertad) comenzó a crecer el número de ocupantes que se establecieron e incluso en los cauces fluviales, como es el caso del Conjunto Habitacional , que producirá una disminución de la capacidad de drenaje a causa de los sedimentos y la basura (truncos, maleza, etc.) acumulada.

5.10.1.- Estimación de los daños provocados por las Inundaciones y fallas constructivas

El costo de los daños provocados por las inundaciones de este año 1994, en el ámbito domestico se cálculo mediante el uso de un modelo sencillo. El modelo esta simplificado para permitir a la gente común el uso de métodos simples para la estimación de los daños de las inundaciones en el ámbito domestico, y para que se haga uso de este sistema en la planificación local. El modelo en el ámbito domestico, se expresa mediante la ecuación:

$$\text{COSTO TOTAL DE LAS INUNDACIONES} = (Z * Y) * A$$

donde: Z= Porcentaje de viviendas encuestadas afectadas por las inundaciones.

Y= Numero total de viviendas en la Zona propensas a inundaciones.

A= Coste de los daños para cada vivienda encuestada (18)

El porcentaje de viviendas encuestadas que ha sido afectado por las inundaciones fue del 40% y se deriva del resultado del estudio. Dicho porcentaje podría variar según como evolucione la Naturaleza de los daños de las Inundaciones. Los daños se pueden englobar en 4 categorías: vidas humanas, viviendas, activos que generan ingresos y tiempo productivo. Para nuestro caso se vieron afectadas primordialmente solo la segunda y cuarta categoría.(8) El resumen conclusivo de la estimación de los daños provocados por inundaciones fue como sigue.

El costo total de los daños de las inundaciones en el ámbito domestico ascendió a S/ 30800 (a Julio 94) para una fase determinada del Conjunto habitacional "RIO VERDE" (a nivel de zanjas) , que corresponde a inundaciones con un período de reaparición de 20 años.(por termino medio)

La suma de dinero es superior en un 700% a los ingresos en conjunto que se recauda mensualmente de parte de los pobladores que se encuentran en la zona propensa a inundaciones. Este dato pone de manifiesto la enormidad del problema, visto que la Autoridad Municipal Local, sencillamente no dispone de recursos suficientes para aplicar las medidas necesarias para al menos mitigar; ya que no eliminar los daños de las inundaciones de ese año [1994. Enero-Mayo].

Hay que resaltar por otro lado, que en el procedirnioento constructivo de las viviendas edificadas en esta obra, se ha constatado irregularidades, como es el caso de las cimentaciones, en donde se puede ver que la pasta de cemento no cubre totalmente a los agregados gruesos (piedra grande) pues en estos casos se recomienda que esta mezcla cubra a todos estos agregados. [foto 19]. Luego se observa que los muros en muchas unidades no presentan la verticalidad que una correcta plomada podría determinar, esto se debe básicamente a que no se procedio a una nivelación previa del terreno de las viviendas y que se ha visto favorecida por una napa freática muy alta (debido a su proximidad al rio) y el peso propio de los muros. Esto significara muchas dificultades, de ser realizada esta operación debido a que en algunas unidades de vivienda, ya se han levantado todos los

muros, razón por la cual tendría que ser efectuada en forma manual. [fotos 14, 15 y 16]

Según se puede constatar en las fotos, también se observa que la infraestructura levantada en años anteriores (gaviones, muros de piedra, etc.) con el fin de evitar las posibles inundaciones tanto de las áreas pobladas como de las zonas de cultivo en ambos márgenes; han fallado ó se han colmatado de sedimentos como consecuencia de las avenidas anteriores, sobretodo en el cauce comprendido entre el puente que une los distritos de Huertas y Jauja hasta la intersección de los ríos Yacus, Huala y Molinos, y que es precisamente el área donde el cauce del río divaga debido a la topografía muy plana de la zona y que servirá también para la puesta en ejecución de las medidas estructurales y no estructurales en el río Yacus.

Sin embargo, aguas más arriba, en el sector comprendido entre el Puente Huala y la intersección de los ríos Huala, Molinos y Yacus; el cauce de este tramo es más definido (encajonado y profundo). Se observa que las plantaciones en los taludes del cauce (defensas vivas), aparte de fortalecimiento del suelo por las raíces de los eucaliptos, produce una disminución del poder erosivo de las aguas.

Se ve en esta parte del cauce que las medidas con el fin de contrarrestar los desbordes a tenido un mejor efecto pero que de todas maneras es necesario reforzarlas pues el material encontrado en sus riberas (pequeñas raíces de plantas y desechos materiales de la zona) a 1,10 metros aproximadamente por encima del nivel actual de las aguas; evidencian que el peligro de desbordes es latente aún en este sector y que afectaría a los terrenos de cultivo así como la erosión y el aterramiento que se va consolidando en la estructura del puente Huala como el que se esta produciendo en el puente Yacus, en que la humedad esta afectando a la super-estructura del mismo manifestandose con una coloración verde-pastosa a lo largo de la luz del puente. En la siguiente parte, se verán las medidas a fin de contrarrestar estos peligros.

Finalmente, debemos resaltar que el problema de las inundaciones en cualquier núcleo urbano, no puede tratarse exclusivamente con medios técnicos tradicionales, sino que requiere además una evaluación de los aspectos sociales y culturales.

Hoy en día, sobre la base de los estudios hidrológicos y de las terribles experiencias del tiempo pasado y reciente, la situación del río Yacus esta a nivel de diagnostico..

Para la seguridad de las localidades de Jauja, Huertas y otras poblaciones rurales próximas a las márgenes del río Yacus, es esencial complementar estas obras con medidas no solo ESTRUCTURALES sino también NO ESTRUCTURALES, al menos hasta que los proyectos estructurales puedan reducir por fin el riesgo a una eventualidad a tan largo plazo que resulte insignificante. A continuación, veremos las medidas planteadas para la zona de estudio.

5.11.- Metodologías para prevenir y mitigar el desastre por Inundación

Después de la zonificación de las Planicies de inundación la selección del tipo de medida de

protección a ser utilizada, juega un rol decisivo en el planeamiento del control de inundaciones. Para ello se realiza previamente una evaluación de los sistemas de protección existentes ya que en base al análisis que de ellos se realice, se propondrán las obras de mejoramiento necesarias en los puntos débiles(11).

Las medidas de protección se pueden dividir en dos tipos. La llamada ESTRUCTURAL que esta relacionada con la construcción de obras de ingeniería civil . Este tipo de solución requiere de fuertes inversiones, se puede optar por : Diques, Derivaciones, Almacenamientos temporal de agua, las defensas de las márgenes, entre otros y que se detallaran más adelante.

El otro tipo de medida es llamada NO ESTRUCTURAL y su importancia radica en el nivel de preparación de la población. Esta solución no es costosa pero si requiere de la colaboración de la comunidad y también dependen de las experiencias de inundaciones anteriores.(11) En la presente tesis de investigación estas medidas escapan de los alcances de la misma.

5.11.1.- Medidas estructurales

Los efectos producidos por las inundaciones, son muy diversos. Pero, corrientemente, los desastres se mezclan con los beneficios.

De todos modos, conviene conocer, con la antelación posible, la importancia que puede tener la riada en las zonas en que mas daño pueda causar, para prevenirse y defenderse contra ella. Y lo más importante, evitar con medios adecuados, el que estas riadas puedan formarse en magnitud que puedan causar daño. Son pues, dos partes a tratar: primero la previsión de riadas; y segunda, la regulación de ríos y torrentes para disminuir la importancia de las riadas.(16)

5.11.1.1.-Previslon de riadas (avenidas)

Las riadas son producidas por lluvias persistentes ó por licuación de nieves. La importancia de estas dependerá, de la intensidad y duración de las lluvias, de las nieves acumuladas, de la temperatura y de las escorrentías consiguientes, las cuales varían con la permeabilidad del suelo, su relieve, el estado higrométrico de la atmosfera, el grado de imbibición del terreno, la temperatura y la posición relativa de los afluentes con respecto a la corriente principal.

Desafortunadamente, en nuestra cuenca de estudio es casi imposible prevenir y anunciarla en cuantía y tiempo en que se produzcan aguas abajo, debido a que no existen suficientes observaciones pluviométricas (PLUVIOMETROS) e hidrométricas en la cuenca y poder llegar así a conocer la cuantía de la lluvia en toda ella. Por ello, en vista de que la Cuenca es relativamente extensa, y ante las incertidumbres expuestas, se recurre a procedimientos como el utilizado para este estudio, denominado ANALISIS REGIONAL y que ya fue revisado anteriormente y que nos permitirá deducir la riada que alcanzará el río Yacus en el lugar que nos interesa proteger.

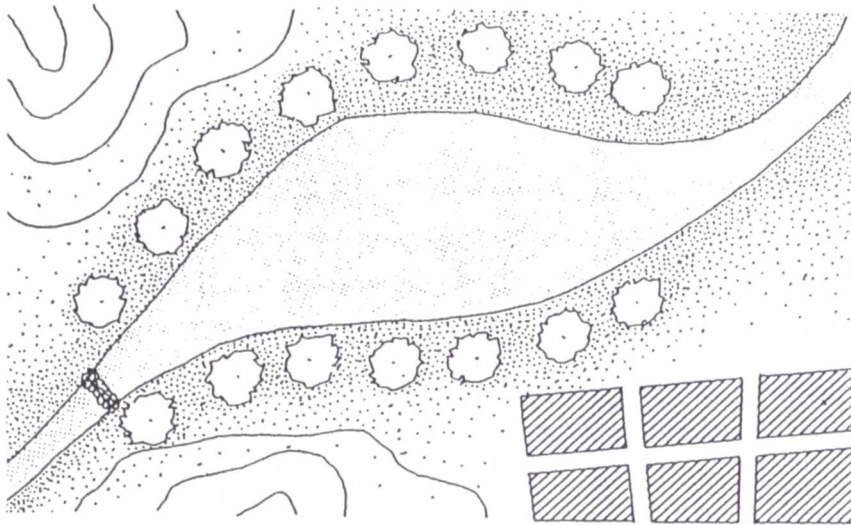


FIG.-5 MODELO DE EMBALSES REGULADORES

Fuente: Aspectos Geomorfologicos-Ing. Juvenal Medina

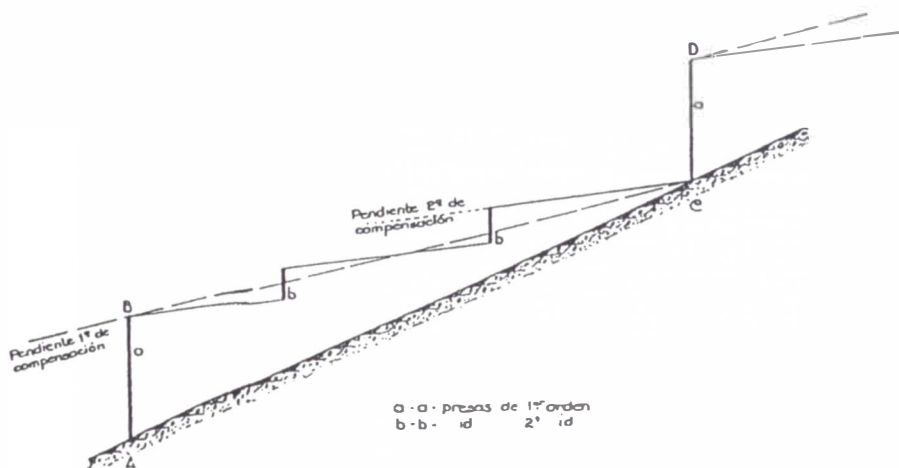


FIG.-6 CORECCION DE LOS TORRENTES CON LA UTILIZACION DE PRESAS ESCALONADAS PARA LA REDUCCION DE LA PENDIENTE DEL FONDO

Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

5.11.1.2.- Regulación de torrentes y ríos

La regulación tiene por objeto acelerar el estado de equilibrio de sus cauces y evitar erosiones, transportes de materiales y derrumbamientos de márgenes; moderar y dar fácil salida a las riadas, proteger el valle y las poblaciones contra las inundaciones; limitar las variaciones transversales del cauce entre otros.

Este equilibrio del cauce se consigue cuando natural o artificialmente se ha obtenido fijeza en él, de modo que no se produzcan erosiones, ni sedimentaciones, es decir, cuando se ha determinado en él la pendiente de compensación. *En suma, la evitación de erosiones y de los transportes de materiales sólidos tiene enorme importancia, pues con ello se contribuye a conservar la eficacia de los embalses, evitar perjudicar terrenos de valor e inundar zonas que antes no lo eran. Las obras necesarias o convenientes para anular las riadas perjudiciales, se pueden clasificar en dos grupos.*

Obras moderadoras, en las partes altas de la cuenca, de tal forma que se disminuya la intensidad de la riada. Entre ellas, indicaremos los embalses reguladores, la corrección de torrentes, la repoblación forestal ; y

Obras en el álveo, para dar rápida salida a las aguas y disminuir la altura de ellas, defender terrenos y poblados; impidiendo el acceso de las aguas o la formación de corrientes dañosas. Estas obras comprenden: las derivaciones, las defensas de las márgenes, los encauzamientos y las mondas (limpieza) de los cauces.

En esta parte hay que destacar que la diferencia esencial entre las defensas y los encauzamientos es que, las primeras, conservan la forma del cauce , y las segundas, lo rectifican, dando un recorrido mas corto y apropiado, limitando la zona de la parte inundada y proporcionando rápida salida a las aguas.

La selección del tipo de estructura de protección será de acuerdo a la evaluación económica de cada una, en base a las características del cauce y de la zona por proteger. En muchos casos, se puede incluir mas de una medida de protección.

a)Obras moderadoras

Embalses Reguladores; tienen por objeto, el almacenar agua en época de riada (avenida) de manera que el caudal máximo aguas abajo se reduzca. Es decir, que se almacena una porción del gasto de avenida para reducir al mínimo el pico de este en el punto por proteger. Puede mejorarse su aprovechamiento cerrando el emisario con una Presa, elevando el nivel máximo de las aguas y aumentando su capacidad.

Los embalses pueden ser naturales (lagos) y artificiales (pantanos).

Ademas, es condición necesaria para el establecimiento de los embalses, construir derivaciones de las corrientes, hacia terrenos abancalados en las laderas que tengan escaso

FIG.-7 MODELO DE PRESAS DE MAMPOSTERIA CON AGLOMERANTE

Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

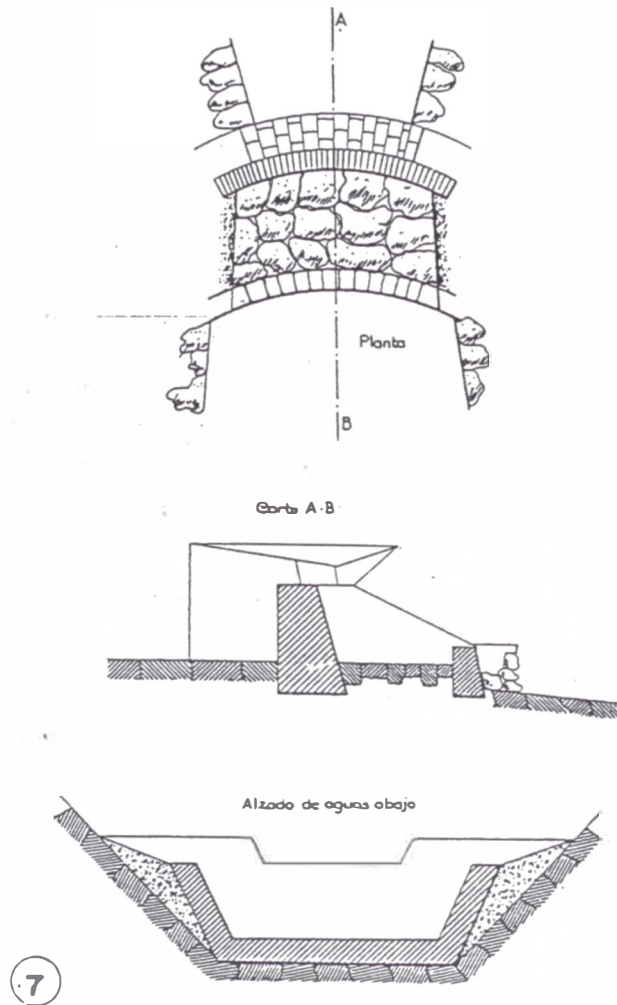
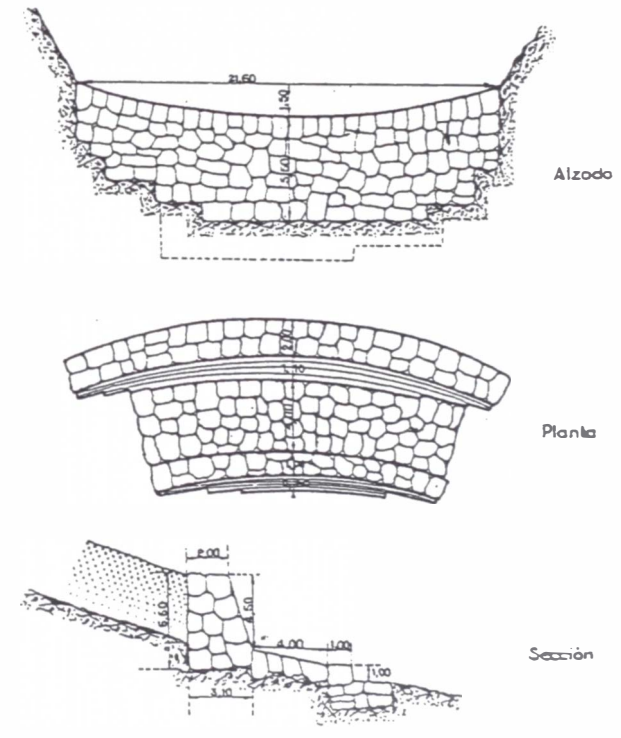


FIG.-8 MODELO DE PRESAS DE MAMPOSTERIA EN SECO

Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro



valor por medio de márgenes o plantaciones; que las presas tengan buena cimentación, excelentes condiciones de ubicación; de materiales y gran volumen de ellos.[Ver figura 5]
Este método debería reforzarse con otros procedimientos pues, por si solo, no constituye una solución para suprimir las avenidas dañosas(15)

Corrección de los Torrentes; la finalidad de esto, es el producir artificialmente el estado de equilibrio en ellos, evitando en los posible desprendimientos y erosiones peligrosas.

En general esto, se consigue reduciendo la pendiente del fondo, mediante atajamientos transversales (presas escalonadas). Cuando es necesario disminuir la fuerza de erosión y de transporte de un torrente; el medio mas eficaz es el de presas.[Ver figura 6]

La construcción de estas presas produce dos importantes efectos; como son:

(1°) que aguas arriba de cada presa hay menor tendencia a erosionar el fondo, por efecto de la disminución de la velocidad y

(2°) como consecuencia de los depósitos que van formandose aguas arriba de cada presa , el fondo se levanta gradualmente, ocupando mayor anchura, lo que permite la consolidación de las laderas que pueden adoptar mayor talud.

Estas se complementan con presas intermedias de menores dimensiones y cuya distancia dependerá de las condiciones locales(15)[Ver figura 6]

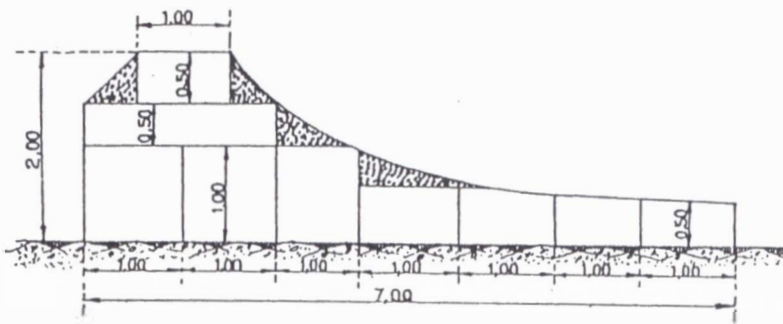
Se pueden utilizar los siguientes tipos de presas, dependiendo de las características del cauce y de las facilidades del medio.

* **Presas de Mampostería u Hormigón.-**

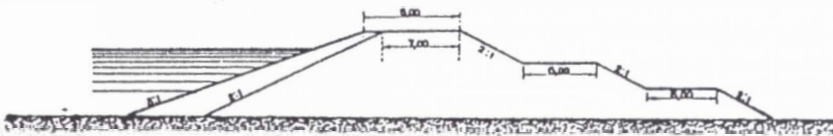
Esta puede ser en seco o aglomerada con mortero. Si la grava es fácil y económica de adquirir y las circunstancias aconsejan el empleo de material resistente, se puede elegir el hormigón. Dentro de este tipo pueden emplearse la forma de presa de gravedad o bóveda según el perfil de ubicación [Ver figura 7y 8]

* **Presas de Gaviones.-**

Estos son cajas formadas por tela metálica, hecha de alambre de hierro galvanizado, que se rellenan de piedra o grava de los acarrees que existan en las proximidades. Pueden tener forma paralelepípedo ó cilíndrica, siendo estos últimos empleados para defender el pie de la presa o talud de margen o espigón.(15). Los primeros son los corrientemente adoptados para formar las presas y espigones. La figura 9 representa un perfil de presa hecha con gaviones en el que se observa que la base se prolonga en forma zampeada, con una ancha superficie horizontal y escasa altura , a fin de poder adaptarse al terreno en caso de socavación, protegiendole y evitando su avance regresivo. Se emplea para espigones, revestimiento de márgenes, ataguías y presas provisionales.La practica ya de muchos años, ha demostrado su eficacia.



9



10a



10b

FIG.-9 PERFIL DE PRESA HECHA CON GAVIONES
Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

FIG.-10 a) MODELO DE MALECON INSUMERGIBLE
b) MODELO DE MALECON SUMERGIBLE
Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

Repoblación Forestal; *Es evidente como lo sostienen muchos Ingenieros, que los bosques o la maleza, con sus raíces, con la vegetación muerta y con el humus que cubren el suelo, protegen a este contra la erosión; en general favorecen la filtración en terrenos impermeables y retrasan la llegada de los filetes líquidos al talweg; prolongando así la ola de crecida y aplanando esta. Cuanto mas vegetación hay en la ladera, menos arrastres y menos sedimentos tendrán los pantanos.*

Se debe provocar el nacimiento del césped allí donde naturalmente no se forme, mientras crece la maleza o monte bajo, o tomen raigambre y vuelo los arboles que se planten. Pero hay que vigilar y en circunstancias prohibir , el pastoreo abusivo.

b) Obras en el alveo

Derivaciones- *Consisten en la formación de un cauce artificial al que se lleva parte del caudal de la corriente natural. De este modo, repartiendo el agua entre los dos cauces, se consigue disminuir el caudal de este último.*

Dicho canal artificial, o se lleva a otro punto del río, habiendo salvado la zona de Inundaciones peligrosas ó a otra cuenca menos castigada. El procedimiento es muy costoso, porque el canal que hay que excavar ha de ser de gran capacidad para disminuir de modo eficaz el caudal de riada. Así que, este modo de remediar el mal. Es de muy limitada aplicación; porque para el se requieren circunstancias locales que permitan llevar el agua sobrante dañosa a zonas que no perjudiquen, dentro de condiciones económicas prácticamente asequibles.

Monda de los Cauces- *Tiene por objeto librarlos de todos los obstáculos que puedan oponerse al libre curso de las aguas y que contribuyan a hacer variar la sección o perfil longitudinal que se haya fijado para darle la capacidad conveniente. Estos obstáculos(bloques de piedra) invaden el cauce disminuyendo su sección, ó forman depósitos que los afluentes transportan y que sedimentan al llegar al canal principal, o márgenes socavadas por las aguas y proximas a desprenderse. Esta limpieza (monda) debe realizarse de tal forma de dar al agua la salida que convenga para evitar inundaciones; pero sin variar ni la pendiente ni la sección que se haya proyectado para el curso de agua.*

Encauzamientos.- *Para fijar el cauce de los ríos y evitar las Inundaciones que producen las crecidas, hay que efectuar en ellas obras de encauzamiento, las cuales se complementan con el perfil trapecial doble o triple convenientemente elegido. Estas obras pueden ser:*

*** Malecones Insumergibles (diques) y sumergibles (muros)**

Esta solución consiste en construir malecones insumergibles en ambas márgenes del rio de tal forma que el rio quede encauzado. Este presenta el inconveniente de elevar el nivel de aguas con el estrechamiento del cauce, así como el aumento de la velocidad lo que produce que el

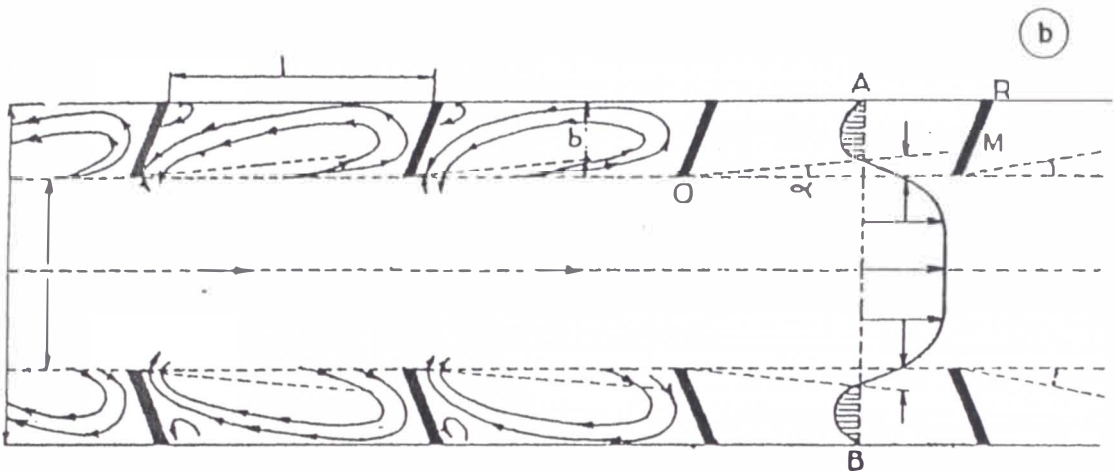
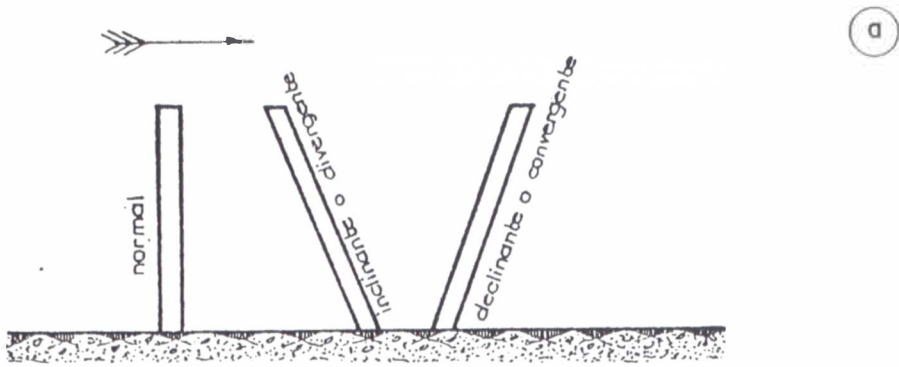


FIG.-11 a) CLASES DE ESPIGON SEGUN SU DIRECCION
b) REGULACION CON ESPIGONES DIVERGENTES
 Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

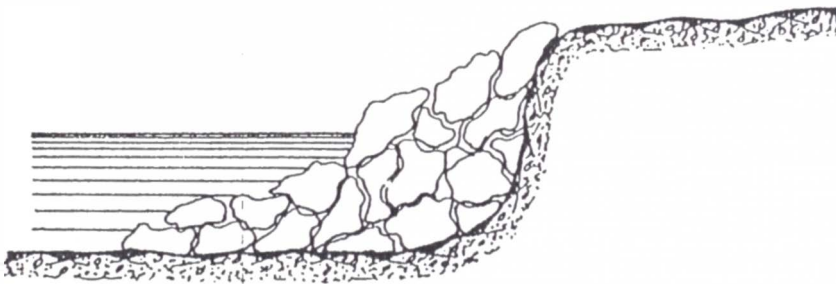


FIG.-12 MODELO DE DEFENSA DE ESCOLLERA DEL
ESCARPE DE UNA MARGEN
 Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

material de fondo sea socavado y arrastrado, sedimentandose al final del encauzamiento. Sin embargo, es el remedio preservativo que se ha encontrado hasta ahora contra las riadas en Llanura. Se recomienda fijar el cauce menor (para formar las márgenes del trapecio inferior del perfil normal) con malecones sumergibles o espigones, (sino esta aquel naturalmente fijado), y dejar las zonas inundables por avenidas, limitadas por estos diques de escasa altura en las depresiones del terreno evitando así la formación de corrientes que socaven y sedimenten en los pies de los taludes en la parte cóncava de las curvas preferentemente.

Para asegurar la conservación de estas obras, hay que ligar mediante traviesas los malecones sumergibles a los diques o laderas(15)[Ver figuras 10 a y b]

* **Espigones**

Son malecones transversales que, partiendo de la ladera o de un malecón longitudinal, avanzan hacia el centro del río, Se emplean para restringir el cauce de este, desviando la dirección de los filetes líquidos. Estos pueden ser cubiertos o no por las riadas, y su dirección pueden ser ortogonales ó normales, divergentes o inclinantes (dirigidos aguas arriba) y declinantes o convergentes (hacia aguas abajo). En este sistema de defensa, es necesario un plan de conjunto de ambas márgenes a fin de no socavar ciertos sectores, en una longitud que permita al río mitigar su energía. El espigón produce una defensa eficaz de la margen, que varía entre 5 y 10 veces su saliente en sentido normal a la orilla, y desde este punto de vista, son mas económicos los ortogonales, porque permite colocarlos a mayor distancia.

La distancia entre cabezas de espigones opuestos debe regularse de modo que las dos influyan a la vez, y en igual intensidad sobre la corriente a fin de no desviarse la corriente y atacar a los espigones ó la margen. (17)[Ver figura 11]

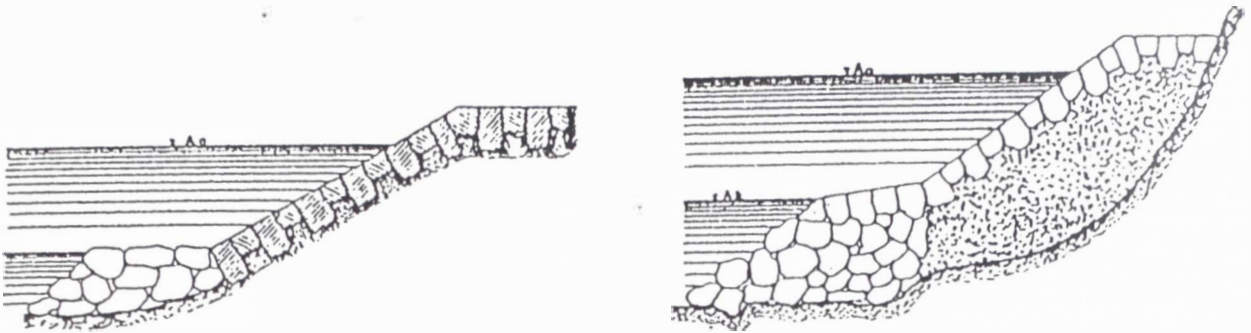
Defensa de Margenes.- En esta parte, se toma en cuenta no solo las defensas naturales que estén socavadas, especialmente en la parte cóncava del cauce, sino también a la defensa ó protección de los taludes de los malecones, especialmente de los insumergibles.

Los procedimientos para estas defensas son:

* **Ataluzamiento**, es el mas sencillo y se emplea cuando el terreno es poco resistente y no tiene el talud que el corresponde a tierras mojadas proporcionandolo artificialmente. Se emplea en ríos de aguas tranquilas y hay que combinarlo con alguno de los siguientes procedimientos.

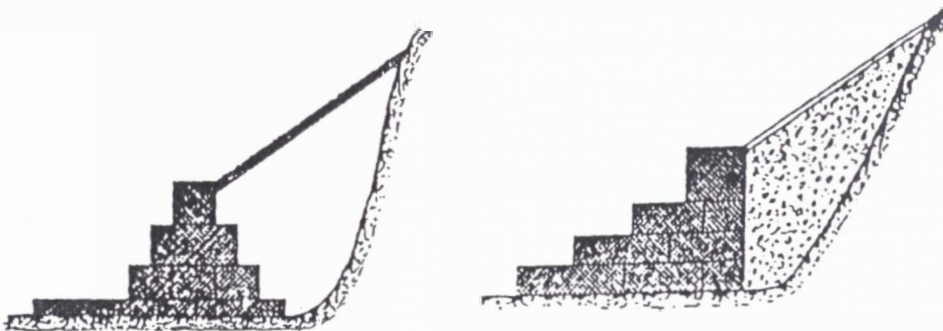
* **Plantaciones**, Este método unido al anterior, resulta de gran economía y eficacia. En el talud se plantan arboles o arbustos de gran raigambre que consolida las tierras y evita la erosión. Las plantaciones mas recomendables son los sauces, alisos, etc. que presentan una resistencia elástica mas eficaz que la de los revestimientos rígidos.

* **Defensa de Escollera**, se puede aumentar la resistencia del terreno con escolleras a piedra perdida. En este procedimiento conviene que el tamaño de la piedra vaya



**FIG.-13 ENCACHADOS SOBRE LAS MARGENES ATALUZADAS
O CON INTERMEDIO DE MATERIAL MENUDO**

Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro



**FIG.-14 DEFENSA DE MARGENES CON GAVIONES
PARALELEPIPEDICOS**

Fuente: Regulacion de Rios-Jose Gomez Navarro

descendiendo desde el exterior, en contacto con el agua, al interior en contacto con las tierras; pues así el agua, al penetrar entre las piedras, va encontrando huecos mas reducidos, disminuyendo su velocidad y poder erosivo.(15) [Ver figura 12]

* **Encachados**, son los formados por escollera concertada colocada sobre la margen ataluzada o con el intermedio de material menudo como se indican en la figura 13

* **Defensa con gaviones metálicos**, Ya se anoto anteriormente este metodo. Cuando se emplea estos gaviones paralelepípedos, se disponen como se indica en la figura 14. Este procedimiento es flexible y económico, con el tiempo, los sedimentos que rellenan los espacios entre piedras y el césped que en ellos nace, contribuyen a consolidar el conjunto.(15)

5.11.1.3 Elección de los medios de encauzamiento de los rios

Hasta esta parte se ha trazado el encauzamiento e indicado la posibilidad de conseguirlo con malecones insumergibles (diques), sumergibles, traviesas, y espigones. Puede decirse que todos estos medios son buenos, aplicados convenientemente, y que con todos ellos se dan resultados optimos y fallas, siendo estos últimos originados por su inadecuado empleo. Tanto los malecones como los espigones son sistemas que ofrecen ventajas e inconvenientes, razón por la cual se recomienda combinar los dos sistemas, utilizando las ventajas de ambos, y al efecto, lo mas acertado es emplear los malecones longitudinales en las partes concavas y los espigones en las márgenes convexas y en los tramos rectilíneos.

También a los malecones sumergibles longitudinales conviene unirles traviesas que los aten a la ladera ó a los insumergibles y eviten corrientes peligrosas tras de aquellos, en la zona destinada a aterramientos. En todos los casos, hay que tener en cuenta que, por modesta sea la regulación a efectuarse, el volumen de materiales que ha de emplearse en ellos será grande, y por lo tanto hay que tomar en cuenta el factor económico utilizando en cada punto, los elementos proyectados que abunde en las proximidades y resulte barato su empleo. Por lo tanto, unas veces convendrá emplear la tierra con los revestimientos y defensas necesarios para evitar su erosión otras, la escollera, gravas o arenas, otras el material vegetal y excepcionalmente, la mampostería con aglomerante y el hormigón en masa ó armado.

Deben tenerse en cuenta que estas defensas se asientan casi siempre sobre tierras ó material de aluvión, y ante los asentamientos seguros deben proscribirse, salvo casos especiales, en ó junto a poblaciones, las estructuras rígidas, prefiriendo las flexibles que siguen, sin rotura, los asientos y son más económicas.

5.12.- Conclusiones

1) La urbanización de una llanura de inundación ó de areas adyacentes y la correspondiente construcción, aumenta la descarga y la tasa de descarga, pues se reduce la extensión del

área de los terrenos de superficie disponibles para absorber lluvia, y canalizar el flujo a alcantarillados y vías de drenaje mucho más rápidamente. Los cambios en la descarga se muestran simbólicamente en la figura 1 donde el tiempo de descarga se reduce y aumenta la tasa de descarga.

2) Creciente e Inundación, son fenómenos distintos que obedecen a controles diferentes, pudiendo manifestarse conjunta y/o simultáneamente. Ambos fenómenos son controlados por el Universo climático, pero deformados ó modificados por el sistema geomorfológico.

3) Las avenidas, son fundamentalmente un fenómeno hidrometeorológico cuyo agente activo son las lluvias y que se manifiesta con un aumento considerable del caudal por encima de los valores normales de escurrimiento. En cambio una inundación, es el desbordamiento de un río, por acumulación de agua en zonas que normalmente no se encuentran sumergidas; por la incapacidad de su cauce para contener este caudal, siendo por ello un fenómeno de tipo hidráulico. Prueba de ello, es que pueden ocurrir inundaciones sin que se produzca un evento hidrometeorológico extraordinario.

4) La fuerte divagación del río Yacus y su consecuente erosión, no hacen favorables las orillas del mismo para asentamientos poblacionales. Para el caso de infraestructuras necesarias de realizar, se deben hacer estudios de dinámica fluvial, que seguramente conllevaran a la ejecución de Obras de Encauzamiento y Defensa de sus márgenes. Se debe tener presente que el comportamiento de un río es muy particular, es único para cada caso, del mismo modo su dinámica fluvial. La degradación de la subcuenca del río Yacus es fuerte, debido a la tala indiscriminada que se efectúa (zonas altas). La solución para contrarrestar estos efectos será llevando a cabo en forma práctica Programas Conjuntos de Reforestación, buen uso de las tierras y dispositivos rigurosos que prohíban la tala.

5) Es necesario demarcar las llanuras de inundación y otras áreas inundables para proponer actividades compatibles de desarrollo. El planificador por ello, debe buscar la contribución de una variedad de disciplinas para evaluar el riesgo de las actividades propuestas en ellas. Para ello, los planificadores necesitan conocer la ubicación de las áreas inundables, con que frecuencia (en promedio) estará cubierta por agua la llanura de inundación, el volumen de agua escurrida, por cuánto tiempo estará cubierta de agua y en que época del año se pueden esperar que ocurran; a fin de poder identificar prácticas adecuadas de desarrollo y manejo de recursos naturales en el área.

6) El ANALISIS REGIONAL , es un método que se utiliza para determinar la descarga en un tramo de cauce que no dispone de estación hidrométrica (cuencas sin registro) en base a los registros disponibles de las cuencas vecinas que deberán tener características morfológicas e

hidrológicas similares a las de la cuenca en estudio. El inconveniente más importante, encontrado en la realización del trabajo ha sido, el escaso número de estaciones de aforo con períodos de registro suficientemente amplios dentro del área de estudio.

7) El cálculo de los parámetros geomorfológicos, fue realizado sobre planos topográficos a escala 1/100000 (Cartas Nacionales del I.G.N.) y empleando instrumentos como el planímetro y el curvómetro para este fin. Las características físicas de las cuencas son múltiples y variadas, para su aplicación en el estudio se tuvo en cuenta aquellos que fueron utilizados por otros investigadores con buenos resultados. Sin embargo, es importante indicar que en cada región las crecidas tienen características particulares y no necesariamente la importancia de un parámetro en alguna zona lo es tan significativamente en otra.

8) Los dos más importantes métodos de prevención de inundaciones son las medidas de ingeniería (ESTRUCTURALES) y los reglamentos de aprovechamiento de la tierra (NO ESTRUCTURALES). El primero requiere normalmente el desembolso de grandes sumas de fondos públicos. Además a menudo no es posible elaborar medidas de protección estrictamente locales, pues el caudal del agua sufre variaciones a consecuencia de esas medidas estructurales, originando inundaciones en localidades situadas ríos arriba o abajo, razón por la cual requiere la planificación de la cuenca hidrográfica totalmente.

En cambio, los Reglamentos de Aprovechamientos con mapas y disposiciones sobre zonificación requerirán una inversión mucho menor, pues en este método, el objetivo principal es contener las tendencias no controladas de ubicación de las actividades de la población. Es recomendable prevenir estos daños, como sea posible mediante los reglamentos de zonificación, los cuales deben formar parte del Plan general de asentamiento de la ciudad, siempre que ese Plan exista ó se este elaborando.

9) Realizadas las obras de estabilización, en la parte alta de la cuenca, principalmente de extinción de los torrentes, se puede proceder a la regulación de los ríos, pues cuando los afluentes están aun indisciplinados, puede bastar una riada (avenida) para destruir todas las obras hechas en la parte baja de un río. Por ello, la regulación de un río debe abarcarse en conjunto y no aisladamente. Hay que provocar en lo posible la filtración de sus aguas; hay que dotarlo de la pendiente de compensación, para evitar las erosiones y el arrastre de materiales sólidos y retrasar la incorporación de sus aguas a la corriente principal. Se debe empezar en el estudio por conocer la orografía de la cuenca, realizar aforos prolongados en tiempo, conocer el régimen pluviométrico (20 años), las condiciones geológicas de la cuenca, la situación forestal y de cultivo agrícola.

10) De todos los métodos mencionados, como medidas de protección, es usual optar por los diques de encauzamiento, porque tienen la ventaja de ser más económicos especialmente, en

las zonas rurales donde el costo de los terrenos es bajo y pueden construirse de tierra; en la zona urbana los costos suelen ser altos y se opta por los diques de concreto armado o de gaviones.

Complementariamente a los malecones insumergibles, se puede utilizar los espigones. Puede decirse que ambos métodos son buenos, aplicados convenientemente y combinando ambos, de tal forma de utilizar sus ventajas. Para tal efecto, lo mas acertado es emplear los malecones longitudinales en las partes concavas, y los espigones en las márgenes convexas y en los tramos rectilíneos. En todos los casos a aplicarse como medidas de protección hay que tomar en cuenta el factor económico.

11) Las obras de ingeniería, pueden constituir el principal medio de prevención en muchos casos, pero los principales puntos a tomar en cuenta, en relación con estas medidas de ingeniería, serían que; no estarían destinadas a una protección total, ya que si tuvieran esa finalidad, su costo excedería del costo total de los daños durante largos periodos. Mas aún, una protección general para toda la cuenca hidrográfica (Yacus) solo será posible, por lo común, en el transcurso de decenios. Por ultimo, no sera probable que se realicen dichas obras, si los calculos muestran que su costo es superior a sus beneficios.

5.13.- Recomendaciones

1) En las zonas expuestas a inundaciones pueden permitirse razonablemente los siguientes usos:

-Parques, espacios abiertos, zonas de juego.

-Usos que dependan normalmente del rio y sus riberas, si se toman precauciones apropiadas.

-Zonas y reservas de protección del Medio Ambiente.

-Producción y Comercialización agrícolas.

-Otros usos esenciales (pero con reservas análogas a las de los usos expresados) teniendo en cuenta que el valor de las instalaciones expuestas a daños sea mínimo.

Se recomienda representar en un mapa las áreas susceptibles a inundación y otros fenómenos de geodinamica externa.

2) Las ordenanzas de la construcción de ser posible, pueden especificar que no se permitirán edificaciones en zonas con riesgos de inundaciones a menos que se elimine ese riesgo. El riesgo puede eliminarse con obras de relleno, drenaje, muros protectores(diques) y otros medios. Sin embargo, debemos anotar que estas medidas de carácter muy local, pueden aumentar los peligros de inundación en zonas próximas no protegidas.

En todo caso, las medidas (ordenanzas legales) deben orientarse más a evitar este tipo de asentamientos expuestas a inundaciones que a regular la seguridad de cualquier construcción

permitida en esos lugares.

3) Según el Ing. Carlo Valentini, que tanto se ha ocupado en la regulación de ríos y torrentes, sostiene: " que si se quiere tener una regulación definitiva y duradera, es necesario comenzarla por la Montaña y por las corrientes torrenciales para remediar el mal en su origen. Asimismo, recomienda limitar el transporte del material sólido en las corrientes de montaña, moderar su régimen y poco quedara que hacer en la Llanura.

4) Para la protección de las áreas urbanas ribereñas, se recomienda preparar proyectos de encauzamiento del río en el sector urbano considerando que las obras deberan ser de carácter permanente tales como, terraplénés construidos con los sedimentos extraídos del río y protegidos por muros ciclópeos, gaviones, escollera de rocas, entre otros. Implementar la reforestación de ambas riberas con especies forestales como el molle, sauce, carrizo, etc., que tienen facilidad de crecimiento y buena fijación en terrenos húmedos. También se debe efectuar la limpieza y dragado del cauce en forma periódica (por lo menos anual) extrayendo los sedimentos que se van acumulando y colmatando en el cauce. En los períodos en que no surjan situaciones de emergencia, debera mantenerse en buen estado, la zona de evacuación de crecidas y el sistema de defensa contra las inundaciones.

5) Es necesario la reubicacion de los pobladores que habitan en las márgenes del río Yacus conociendo que su cauce no es profundo y que las aguas o el curso del mismo divaga. Prever que la elevación de la cara inferior de los puentes que estén en el curso del río en estudio, este al menos de 50 cms. por encima del nivel de referencia de las inundaciones. Asi como la elevación de carreteras deben ser superiores a los niveles de inundación.

6) En vista de que las defensas que se han colocado en la zona de estudio son mininas, hay que acelerar los trabajos de defensa (en la medida de lo posible) aprovechando que de Abril a Noviembre, su caudal disminuye hasta hacerse casi nulo. Como la zona afectada esta ubicada en el cono de deyección y las defensas existentes, están ubicadas precisamente dentro de esta zona, estas defensas están condenadas a desaparecer al igual que ocurrió con las anteriores (Ver fotos), sugerimos que las defensas se deben instalar más cerca al nacimiento del cono (intersección de los ríos Huala y Molinos) prolongarse aguas abajo; encauzando sus aguas, obligandolo a seguir dentro de las defensas.

7) De ser posible la reubicacion de los pobladores damnificados, esta propuesta debe contener la factibilidad de su implementación y contar con el respaldo técnico, económico y político y confluir con las expectativas de la población damnificadas asimismo reflejar ventajas frente a las condiciones que existían en la etapa pre-desastre y corregir las condiciones de

Vulnerabilidad de la población; ante futuros desastres. esta debe enmarcarse dentro de la Planificación física global del desarrollo urbano de la ciudad.

8) Las fuerzas destructoras de la Naturaleza sólo se pueden controlar hasta cierto punto. Un programa adecuado para la reducción de los daños de las inundaciones, tiene que incluir también un aprovechamiento de tierras planificado con acierto y estrictamente reglamentado, además de advertencias difundidas ampliamente y la adopción de pautas de comportamiento destinadas a la autoprotección entre las víctimas potenciales.

Capítulo 6

VULNERABILIDAD

6.1.- Introducción

Los crecientes riesgos de desastres en las ciudades son parcialmente causados por una filosofía pobre en la construcción de las ciudades, así como por la ambigüedad en el concepto de Prevención de Desastres. En otras palabras, el problema mas importante es que las ciudades han sido construidas y desarrolladas con casi ninguna consideración de seguridad, y que las acciones han sido llevada a cabo a través de la construcción de equipamientos para la prevención de desastres, solo después de que algunos riesgos fueron identificados. Aunque los desastres pueden ser temporalmente evitados de esta manera, los problemas esenciales sobre riesgos han sido ignorados sin solución.(1)

Dentro de este escenario, es razonable asumir que sin la incorporación de la mitigación de desastres en la planificación del desarrollo, el bienestar social y económico futuro de la población sera difícil sino imposible de lograr. Mientras que por un lado es vital monitorear y analizar el impacto de los desastres en el desarrollo; por otro lado, es aun mas importante entender como y porque los patrones actuales de desarrollo generan condiciones altamente propicias para la ocurrencia de desastres naturales. Pero es por encima de todo, el crecimiento

de la Vulnerabilidad en las Economías Regionales y sus centros urbanos, la que es responsable del impacto creciente de los desastres sobre el desarrollo, que a su vez incrementa aun mas la Vulnerabilidad. Por ello, analizar que es la Vulnerabilidad y como surge es tan clave para entender el paradigma del desastre como lo es el estudio y análisis de los peligros naturales.(2)

Esta parte de la tesis apunta a ver porque el Planeamiento convencional contra desastres no esta logrando sus objetivos y discute que el análisis de la vulnerabilidad local debe ser el punto de partida para un acercamiento a una mitigación basado en la organización local en la cual el conocimiento científico y tecnológico jugaran un nuevo rol.

Asimismo, se realiza un breve diagnostico de la situación vulnerable de la ciudad de Jauja, específicamente de la Zona Monumental (el cual se ha subdividido por sectores) debido a que en esta zona se encuentra asentada las viviendas mas antiguas de la ciudad.

6.2.- Definiciones

Para lograr una comprensión del significado de Planeamiento, y su aplicación en areas afectadas por fenómenos naturales y su implementación en los diferentes tipos de planes, es indispensable conocer el significado del termino riesgo. La formula básica mas amplia propuesta por la UNESCO en 1980 y usada por muchos investigadores es la siguiente:

$$\mathbf{RIESGO = PELIGRO * VULNERABILIDAD}$$

Dichos componentes; peligro y vulnerabilidad se puede desarrollar individualmente, pero desde el punto de vista de los efectos producidos por fenómenos naturales intervienen en conjunto modificando los niveles constantes del riesgo.

EL PELIGRO, o amenaza es la probabilidad de que se produzca, en un determinado lugar y tiempo, un fenómeno natural con características tales que potencialmente puede ser destructivo. Su magnitud, probabilidad de ocurrencia e impacto pueden variar y determinarse en algunos casos. Un instrumento para la determinación del nivel de peligro probable, son los estudios de Microzonificación.

LA VULNERABILIDAD, esta dada por las características físicas y socioeconomicas de la zona afectable por un fenómeno natural y las probabilidades de daños que se vayan a producir. Cuando se analiza la vulnerabilidad se presta atención especial al componente artificial, ya que es el el evento creado por el hombre que presenta mayores variables.

Los soportes de dicha componente abarcarian; la estructura urbana, la infraestructura urbana, la población, economía-produccion, tradición y cultura.

EL RIESGO, es un resultado de la combinación de los dos factores anteriores,es decir, la acción de un fenómeno natural sobre una población o una obra de ingeniería en condiciones de vulnerabilidad. Este riesgo se traduce en la probabilidad de perdidas de vidas humanas,

personas heridas, daños materiales y malestar socioeconómico.(3)

6.3.- Un nuevo enfoque al Planeamiento para la mitigación de desastres

Los casos encontrados en la práctica, demuestran que un nuevo enfoque hacia la mitigación se trataría de involucrar al Estado en los programas de mitigación de las organizaciones locales y no viceversa.

Siguiendo esta premisa, en lugar de partir de un análisis global de peligros y sus efectos, dentro del cual se diseñan las medidas de mitigación, la metodología empezaría de un análisis de las condiciones locales de vulnerabilidad, dentro del contexto de diferentes peligros y riesgos. Esto significa, que la mitigación debe crecer en forma incremental a partir de una serie de intervenciones de pequeña escala, incorporándolas gradualmente a una dimensión más amplia. La llave de este acercamiento es trabajar con y a través de las organizaciones locales, tales como los comedores populares, comunidades religiosas, etc.

Es decir, la metodología de trabajo será de pequeña escala, de largo plazo, multidisciplinaria y multisectorial. Debido a su complejidad, su planificación incremental y su dependencia de la negociación política, será difícil su aplicación en un comienzo, sin embargo, el conocimiento científico sobre los peligros y sus efectos y las alternativas tecnológicas para la mitigación tomarán un significado completamente nuevo, convirtiéndolas en instrumentos al servicio del desarrollo.

En suma, una verdadera mitigación de desastres, solo será posible a través de una participación complementaria de la población y sus organizaciones con el Estado, ONGs, Instituciones científicas y tecnológicas, el sector financiero y otros. En este sentido, la comunicación entre estos diferentes actores será quizás la variable crítica que determine la legitimidad y éxito de la mitigación de desastres en el tipo de contextos mencionados y serían las ONGs las que actuarían como mediadores, comunicadores y asesores técnicos creando este nuevo marco político e institucional.(4)

6.4.- Vulnerabilidad de las edificaciones frente a un desastre natural en la ciudad

Las características sísmo-resistentes de una vivienda es un factor determinante de la vulnerabilidad de la población, su destrucción es la causa principal de muertes y heridos, es por ello, que la capacidad sísmo-resistente es una información fundamental para el análisis de la vulnerabilidad y su posterior evaluación del riesgo.

Para cuantificar la calidad sísmo-resistente es necesario conocer los diferentes tipos constructivos existentes en el lugar y como han ido respondiendo al ser sometidos a movimientos del suelo en diferentes intensidades. Dadas las características sísmo-tectónicas de la microregión, la resistencia prácticamente nula del adobe y el tapial a la sollicitación de sismos intensos y la configuración espacial de los asentamientos de la población (del siglo


Nota: Se tiene como referencia en la Vulnerabilidad sísmica un supuesto sismo de intensidad VIII en la escala MMLA-92

SECTORES I y II

Comprende la zona central de la ciudad (ZM) y la de mayor antigüedad donde predominan las edificaciones de adobe y tapial de dos pisos (H=8m), con entresajo de madera. Las viviendas presentan grandes fisuras y grietas así como derrumbes parciales de muros, producto de sismos anteriores, así también no presentan elementos de refuerzo sismorresistentes y con techo pesado de tejas y vigas de madera. Existe un buen porcentaje (~50%) están en malas condiciones. En menor escala se encuentran los de albanilería confinada y sin confinar. Se desarrollan en torno a la Plaza principal siguiendo la típica cuadrícula con calles angostas de 8m, que condiciona el tráfico vehicular en un solo sentido. EDIFICACIONES TIPO I y II

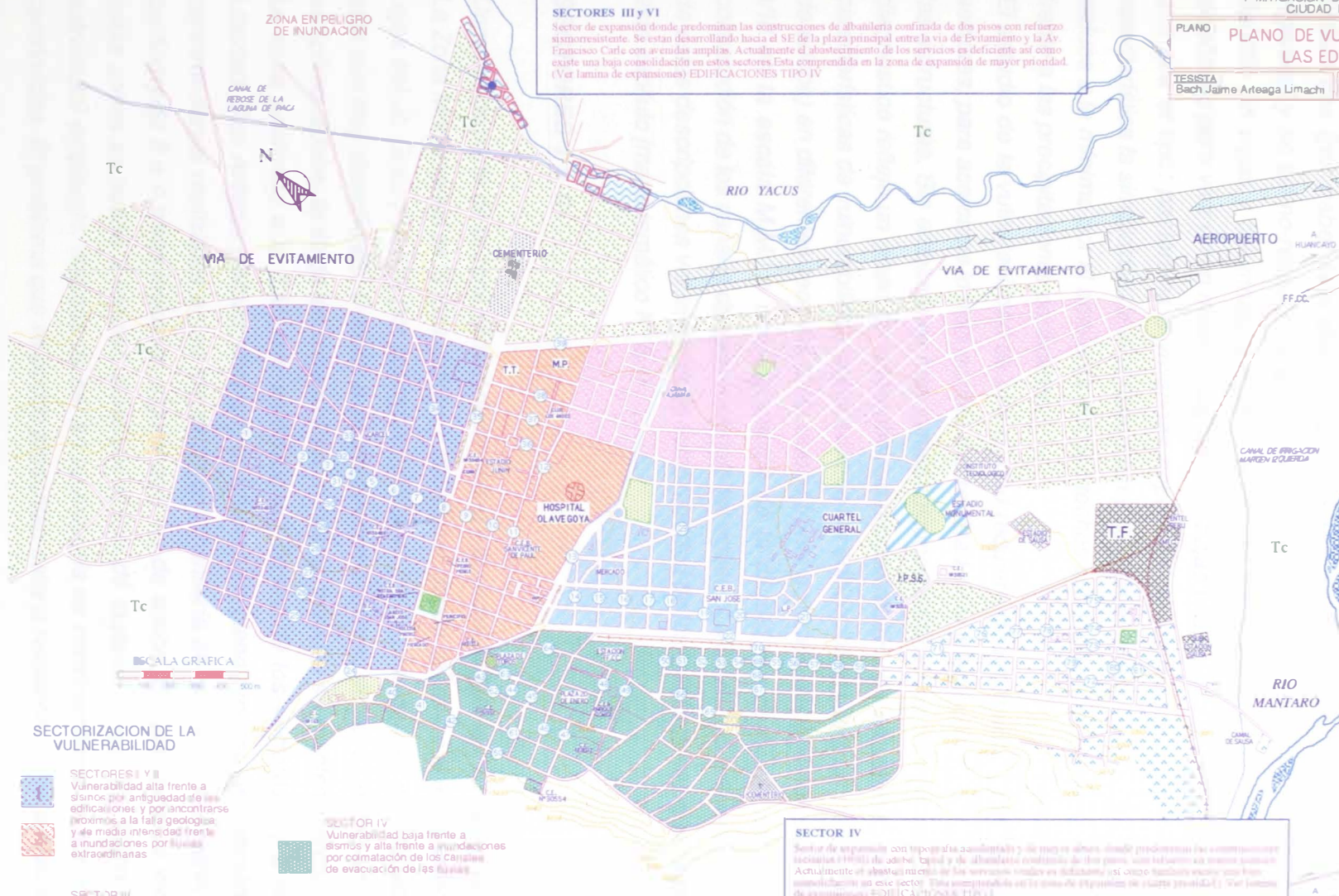
SECTORES III y VI

Sector de expansión donde predominan las construcciones de albanilería confinada de dos pisos con refuerzo sismorresistente. Se están desarrollando hacia el SE de la plaza principal entre la vía de Evitamiento y la Av. Francisco Carle con áreas amplias. Actualmente el abastecimiento de los servicios es deficiente así como existe una baja consolidación en estos sectores. Esta comprendida en la zona de expansión de mayor prioridad. (Ver lamina de expansiones) EDIFICACIONES TIPO IV



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - DPMD

TESIS	MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE LIMA	LAMINA:
PLANO	PLANO DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES	6.1
TESISTA	Bach Jaime Arteaga Limachi	ASESOR
		Ing Julio Kuroiwa Horuchi
		FECHA
		Marzo '95



INDICE DE CALLES

- 1. AV. SUELO VERDE
- 2. AV. HUANCAJO
- 3. AV. ATENAS
- 4. ALFONSO UGAS
- 5. MANCO CAJAL
- 6. JOSE SALZEL
- 7. ORO
- 8. BOLSONES
- 9. TARRANDA
- 10. AV. COLUMA
- 11. AV. HUANCAJO
- 12. AV. DE ALI
- 13. AV. DE ALI
- 14. AV. DE ALI
- 15. AV. DE ALI
- 16. AV. DE ALI
- 17. AV. DE ALI
- 18. AV. DE ALI
- 19. AV. DE ALI
- 20. AV. DE ALI
- 21. AV. DE ALI
- 22. AV. DE ALI
- 23. AV. DE ALI
- 24. AV. DE ALI
- 25. AV. DE ALI
- 26. AV. DE ALI
- 27. AV. DE ALI
- 28. AV. DE ALI
- 29. AV. DE ALI
- 30. AV. DE ALI
- 31. AV. DE ALI
- 32. AV. DE ALI
- 33. AV. DE ALI
- 34. AV. DE ALI
- 35. AV. DE ALI
- 36. AV. DE ALI
- 37. AV. DE ALI
- 38. AV. DE ALI
- 39. AV. DE ALI
- 40. AV. DE ALI
- 41. AV. DE ALI
- 42. AV. DE ALI
- 43. AV. DE ALI
- 44. AV. DE ALI
- 45. AV. DE ALI
- 46. AV. DE ALI
- 47. AV. DE ALI
- 48. AV. DE ALI
- 49. AV. DE ALI
- 50. AV. DE ALI
- 51. AV. DE ALI
- 52. AV. DE ALI
- 53. AV. DE ALI
- 54. AV. DE ALI
- 55. AV. DE ALI
- 56. AV. DE ALI
- 57. AV. DE ALI
- 58. AV. DE ALI
- 59. AV. DE ALI
- 60. AV. DE ALI
- 61. AV. DE ALI
- 62. AV. DE ALI
- 63. AV. DE ALI
- 64. AV. DE ALI
- 65. AV. DE ALI
- 66. AV. DE ALI
- 67. AV. DE ALI
- 68. AV. DE ALI
- 69. AV. DE ALI
- 70. AV. DE ALI
- 71. AV. DE ALI
- 72. AV. DE ALI
- 73. AV. DE ALI
- 74. AV. DE ALI
- 75. AV. DE ALI
- 76. AV. DE ALI
- 77. AV. DE ALI
- 78. AV. DE ALI
- 79. AV. DE ALI
- 80. AV. DE ALI
- 81. AV. DE ALI
- 82. AV. DE ALI
- 83. AV. DE ALI
- 84. AV. DE ALI
- 85. AV. DE ALI
- 86. AV. DE ALI
- 87. AV. DE ALI
- 88. AV. DE ALI
- 89. AV. DE ALI
- 90. AV. DE ALI
- 91. AV. DE ALI
- 92. AV. DE ALI
- 93. AV. DE ALI
- 94. AV. DE ALI
- 95. AV. DE ALI
- 96. AV. DE ALI
- 97. AV. DE ALI
- 98. AV. DE ALI
- 99. AV. DE ALI
- 100. AV. DE ALI

SECTORIZACION DE LA VULNERABILIDAD

- SECTORES I y II**
Vulnerabilidad alta frente a sismos por antigüedad de las edificaciones y por anclajes próximos a la falla geológica y de media intensidad frente a inundaciones por lluvias extraordinarias
- SECTOR III**
Este sector tiene vulnerabilidad alta por exposiciones en instalaciones de alto riesgo (Cuartel General) y media por inundaciones

- SECTOR IV**
Vulnerabilidad baja frente a sismos y alta frente a inundaciones por colmatación de los canales de evacuación de las lluvias

- SECTOR V**
Vulnerabilidad alta frente a sismos por antigüedad de las edificaciones en la zona colindante a la Plaza de Sausa

- SECTOR VI**
Vulnerabilidad de alta a baja frente a sismos por su proximidad a la falla geológica y media frente a inundaciones

SECTOR IV
Sector de expansión con topografía accidentada y de mayor altura, donde predominan las construcciones de adobe y tapial de dos pisos, con entresajo de madera. Actualmente el abastecimiento de los servicios (agua y electricidad) así como también existe un bajo nivel de consolidación en este sector. Esta comprendida en la zona de expansión de mayor prioridad. (Ver lamina de expansiones) EDIFICACIONES TIPO I

SECTOR V
Sector más antiguo de la ciudad donde predominan las edificaciones de adobe y tapial de dos pisos (H=8m) y que presenta un alto porcentaje de viviendas con entresajo de madera. El abastecimiento de los servicios (agua y electricidad) así como también existe un bajo nivel de consolidación en este sector. Esta comprendida en la zona de expansión de mayor prioridad. (Ver lamina de expansiones) EDIFICACIONES TIPO I

pasado y actual) se puede concluir que el riesgo esta determinado por el grado de vulnerabilidad de las construcciones.(5)

Jauja, presenta como edificación típica,(salvo en la zona periférica exterior a la Zona Monumental), construcciones altas en su mayoría de dos plantas, de adobe, destinadas a viviendas y/o pequeños comercios.

Desde el punto de vista de su resistencia al sismo esta pueden agruparse como : sismo-resistentes (por haber sido diseñadas y construidas de acuerdo a las reglamentaciones vigentes) y no sismo-resistentes que normalmente son de adobe, de mampostería antigua (ladrillo sin vigas y columnas) ó mixtas. En líneas generales las viviendas en Jauja están diseñadas para vivir en un medio geográfico de bajas temperaturas. Las casas, cualesquiera que sea el tipo: pastorales o viviendas populares de los centros poblados, tienen como característica la simplicidad de la construcción y de gran amplitud. Su sistema de ventilación se reduce a lo mínimo por el ambiente frio; los techos son inclinados y a dos aguas para hacer frente a las precipitaciones periódicas.

El estudio de la vulnerabilidad de una ciudad requiere de un análisis profundo en diversos sectores, para acercarse lo más posible a la realidad en la interacción fenomeno-respuesta de las estructuras. Sin embargo se han tomado algunos parámetros principales a fin de que su diagnostico refleje un grado de vulnerabilidad representativo. Se presenta a continuación las características de vulnerabilidad que presentan las edificaciones (tanto de material noble como de adobe) en diferentes sectores de la ciudad frente a sismos (suponiendo una intensidad de VIII en la escala M.M.) o una inundación de la ciudad por desborde del rio Yacus y/o colmatación de los canales de evacuación de las aguas pluviales. Para un mejor entendimiento de estas descripciones ver el mapa de vulnerabilidad de las edificaciones que se presenta en este capítulo [mapa temático N° 6.1]

SECTORES I y II

Comprende parte de la zona central de la ciudad y el sector NO de la Plaza principal.

La Zona Monumental es la más antigua y tradicional, donde se realizó el asentamiento original (ejes del Jr. Grau y Junin) por consiguiente tienen un uso residencial consolidado pero no esta aún muy densificado. Debido a su antigüedad el estado de las viviendas en general no es óptimo (adobe) tanto de las coberturas como de las paredes sin mantenimiento.

La zona periférica a la Z.M. que se encuentra dentro de los sectores 1 y 2 (Barrios La Libertad, San Antonio y Motto Vivanco) es un área en pleno proceso de consolidación con construcciones realizadas en su mayoría con albañilería de arcilla cocida (confinada y sin confinar) de 2 a 4 pisos inclusive, siguiendole las de adobe. El estado de las viviendas en estas zonas es buena a regular, tanto por el tipo de material usado, así como el sistema estructural empleado, además de ser en su mayoría de construcciones de corto tiempo de construidas. El problema que se podría presentar; estaría relacionado con las características

del suelo de cimentación y las condiciones con que fueran realizadas. Tiene una vulnerabilidad alta frente a sismos debido a que las viviendas (de adobe) están diseñados sin criterio sísmico y las de albañilería presentan por lo común, baja densidad de muros, no todos los paños y parapetos están confinados por las vigas y columnas entre otros factores. Es también vulnerable de media a baja intensidad a inundaciones por lluvias torrenciales en las zonas donde los canales de evacuación son pequeñas como se pudo constatar en la visita de campo.

SECTORES III y VI

Es una zona de uso residencial en proceso de consolidación con construcciones realizadas de albañilería confinada y de concreto armado (sistemas aporricados) en menor escala. Este sector presenta calles y veredas amplias y bien conservadas. Las construcciones son recientes y bien estructuradas por lo que su estado es bueno en general. Predomina las edificaciones de dos pisos. Dentro del **sector VI** se encuentra el AA.HH. Horacio Zevallos, ubicado en un terreno de propiedad del Concejo, y esta constituida por edificaciones (recientes) de adobe principalmente. No cuentan con una buena infraestructura vial por el momento. Se estima que tienen una vulnerabilidad baja frente a sismos, debido a que su estructuración no es muy débil y la mano de obra y materiales son de mediana a baja calidad. Por el contrario, se puede apreciar problemas por inundaciones debido a desbordes en el canal de evacuación que atraviesa la ciudad (TAJAMAR) como se constato en campo.

Finalmente el **sector III** tiene vulnerabilidad alta a explosiones por materiales (dinamita) en el Cuartel General sobre todo en las viviendas que se encuentran en su periferia, razón por la cual es necesaria su reubicación. Así también, presento vulnerabilidad media debido a problemas por inundaciones como en el sector anterior.

SECTOR IV

Este sector comprende las zonas periféricas de la ciudad (YAUYOS) donde predomina las viviendas de adobe y de albañilería confinada en menor proporción. También se dan casos de construcciones mixtas. El trazado urbano es irregular como consecuencia de la topografía accidentada, motivo por el cual se han edificado algunas de estas viviendas con desniveles, y ganar espacio a la pendiente del terreno. Esta zona aún no se consolida totalmente. Tiene una vulnerabilidad baja frente a sismos, según fue estimada en el mapa de intensidades probables para la zona de estudio (suelo firme) debido a que son terrenos ubicados en zonas de montañas(zonas altas). Por el contrario, tiene una vulnerabilidad alta frente a inundaciones debido a que los canales de evacuación para las lluvias (Canal Tajamar) que atraviesa el sector, están casi siempre colmatadas de basuras y material que se arrastra desde la parte alta del mismo y que es canal natural en sus tramos iniciales; pues no cuentan con protección

a la socavación y erosión de sus márgenes.

SECTOR V

El uso residencial en este sector, está integrado por algunas edificaciones de la época Colonial y Precolombina(ruinas), pues en su traza urbana se observa una disposición de forma de cabeza de animal (zorro andino) que continua hasta ahora. Esto último está en correspondencia al desarrollo de los Centros Administrativos del Horizonte Tardío cuyas planimetrías urbanas adoptaron formas de animales. Por otro lado; las viviendas en este sector se encuentran de regular a mal estado, debido a su antigüedad y falta de conservación. Es necesario realizar un Plan de Conservación de estas ruinas arqueológicas y rescatar los de mayor importancia.

*Tienen vulnerabilidad alta frente a sismos por la deficiente estructuración (adobe) y mala calidad del material. La vulnerabilidad frente a inundaciones es baja debido a su ubicación por el momento. La Zona Monumental de la ciudad de Jauja es depositario de un ingente patrimonio Monumental perteneciente a diferentes etapas de su proceso cultural, en vista de que fue edificado bajo una planimetría española no superpuesta a la incaica, como acontece con el Cuzco, ni sobre las ruinas de la antigua, como sucede con México. Por esta razón, debe ser declarado como "**PATRIMONIO HISTORICO CULTURAL MONUMENTAL**" por el INC, con la finalidad de que los Monumentos y otros bienes de la Naturaleza Arqueológica Histórica y Artística del medio, pueda y deban ser debidamente preservados y utilizados en función del desarrollo como incentivos de la afluencia turística.*

En el supuesto de que se cumpla lo anterior, las construcciones de nuevas viviendas sería normalizada y restringida en esta zona, razón por la cual es necesario un análisis pormenorizado del estado de las viviendas construidas. Para ello se efectuó un recorrido en la Zona Monumental (delimitada de acuerdo a informes de prefactibilidad sobre Restauración de Monumentos propuestos por el INC de Huancayo y trabajos de investigación particulares) realizando una cuidadosa inspección de las viviendas para determinar el material con el que han sido construidas, el número de pisos de que constan, su antigüedad y principalmente el estado en que se encuentran.

La Zona Monumental está constituida por 71 manzanas además del Hospital Olavegoya y en el cual se observó de los datos recogidos de campo un total de 568 viviendas construidas con las características que a continuación en el siguiente punto se detallan.

6.5.- Distribución de la vulnerabilidad en las edificaciones de la Zona Monumental

Los tipos de construcción que predominan en la zona son el adobe y el tapial (este último en menor proporción) constituyendo más del 95% en la zona central de la ciudad (Zona Monumental). Para saber el estado en que se encuentran las viviendas del área en estudio,

se ha realizado una inspección visual de estas, observando el material con que han sido construidas, el criterio estructural empleado, así como el tiempo de uso que tienen ; su estado de conservación y el riesgo esperado frente a un desastre natural. En menor escala existen edificaciones de albañilería (confinada y sin confinar) y concreto armado. A continuación se describe el método constructivo de cada una de ellas.

6.5.1.- Edificaciones de adobe

Es el material de construcción predominante; en estas edificaciones, el cimiento es corrido y del espesor del muro y con profundidades entre 50 a 80 cms. según la altura del muro; que se rellenan con piedra y tierra húmeda (arcillas con presencia de arenas) del lugar compactándose por capas. En algunos casos se utilizó argamasa de barro y cal.

Los muros se fabrican en base a bloques, utilizando moldes de madera, los más grandes son de 15 a 18 cms. de altura, 30 a 40 cms. de largo y 25 a 30 cms. de ancho, lo que da muros de 40 a 25 cms. de espesor, dependiendo del aparejo utilizado. Las construcciones más antiguas son de mayores dimensiones y sus muros son de mayor espesor. En estos moldes se coloca la misma tierra que se usó en los cimientos, la que se apisona manualmente de manera similar que en los cimientos. Estos muros están revestidos de yeso, barro ó cemento y en algunos de una mezcla de yeso más cemento. La función de esto último, es dar protección a los muros de la lluvia y el viento.

En las esquinas, los bloques se entrecruzan para tener cierto amarre entre los muros ortogonales. La altura promedio de los muros es de 3 a 4,5 metros en las viviendas de un solo nivel y hasta 6 o 9 metros. en las de dos niveles. En este último caso, los entrepisos son de madera compuesta de troncos y entablado. En efecto, en las de dos niveles el entrepiso está formado de viguetas y correas de madera, probablemente pino y que están soportadas por troncos que cruzan la edificación y cuyos extremos se apoyan en los muros de la misma, no estando unidas entre ellas (confinadas en un marco) lo que daría mayor resistencia.

Los techos son pesados y a dos aguas, con estructuras tipo tijeral hecho de troncos de madera, con una primera cubierta de caña brava sobre la cual se coloca una amalgama de barro, carrizo y paja, y luego vienen las tejas de arcilla cocida (teja andina). En el caso de las viviendas más recientes se colocan calaminas metálicas y en algunos casos tejas de cemento. Las construcciones más antiguas de este material tiene según las estadísticas del Concejo Provincial de Jauja, hasta más de 100 años de antigüedad; los que se ubican mayormente en la Zona Monumental.

6.5.2.- Edificaciones de tapial

Las edificaciones de tapial son casi contemporáneas con las anteriores. Los bloques (adobones) son de mayores dimensiones y se utilizan moldes de madera de ,80 a 1,50 mts.

de largo; 0,50 a 1,0 mts. de altura y espesores variables entre 0,50 y 0,80 cms., dispuestos en tal forma que conforman los muros de las edificaciones que en muchos casos son notoriamente altos. La cimentación y el techado son similares a las de adobe, con la diferencia que en la cimentación no se utiliza piedras en la mezcla.

6.5.3.- Edificaciones de albañilería

Este tipo de construcción es predominante por lo general en las afueras de la Zona Monumental con dirección a las zonas de expansión, existiendo también en Yauyos y Sausa pero en menor proporción. Los tipos mas comunes son la albañilería confinada compuesta de ladrillos de arcilla cocida o de bloques huecos de concreto sin vibrar; existiendo también construcciones de albañilería sin confinar (no utiliza vigas y columnas) en un buen porcentaje. La unidades de arcilla son de 7,0(+0,5) x 13,0 x 23,0(+0,5) inferiores a las medidas standard de 10,0 x 14,0 x 24,0 . En compensacion se recubre las unidades con una mezcla de 3,0 a 3,5 cms. de espesor en los muros ya sea de soga o cabeza. Lo que podria estar muy cerca de la filosofia de "que la resistencia del muro lo determina el aglomerante" pero la realidad es distinta, pues dicha mezcla contiene un buen porcentaje de sales provenientes del hormigón que es obtenido del rio Mantaro. Los techos son de concreto armado del tipo losas ó aligerados, y en algunos casos los techos están formados por vigas de madera rollizo con cobertura de calaminas metálicas o de asbesto-cemento (roja). En las edificaciones de 2 pisos el entrepiso es de madera por lo general y dispuestas de igual forma que las edificaciones de adobe.

6.5.4.- Edificaciones de concreto armado

El porcentaje de edificaciones de concreto armado es muy bajo, pues representa el 1% de las edificaciones. La técnica constructiva es la convencional de porticos de concreto; sin embargo en algunos casos se ha podido notar ciertas deficiencias, tanto en el estado de conservación, la estructuración(anti-simetria,col. cortas), diseño y en el proceso constructivo.

Para el análisis de la vulnerabilidad de las viviendas de la Z.M. (material, estado de conservación y altura de las edificaciones) se tomo en cuenta los datos catastrales de los predios, llevada a cabo por la Municipalidad de Jauja y que fue complementada con el trabajo de campo cuyos resultados fueron los siguientes.

6.6.- Sectorizaclon de la Zona Monumental

6.6.1.- Por el tipo de material

Es necesario y de mucha importancia conocer el porcentaje de lotes por manzana, construidas en adobe, tapial, ladrillo y concreto armado, aparte de conocer el estado de estas, que podrian



LAMINA 62

FICHA DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN LA ZONA MONUMENTAL - SUBSECTOR 02

TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVISION Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAUIJA

FECHA: JULIO '94 ENCUESTADOR: JAIME ARTEAGA LIMACHI

UBICACION: SUBSECTOR 02 - ATAHUALPA - ACOLLA - GRUPO BOLIVAR

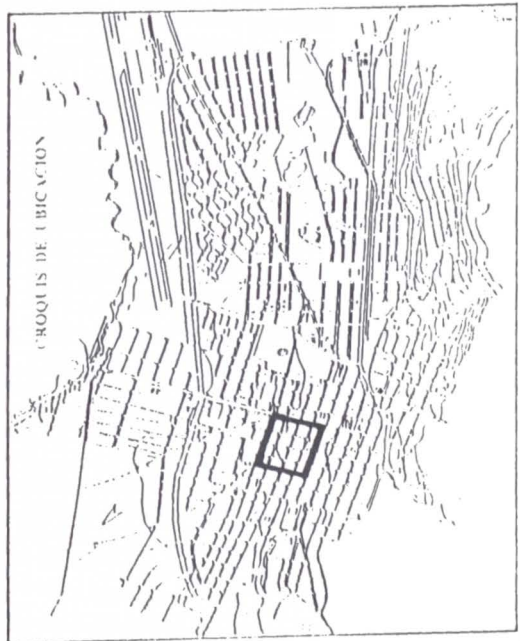
MATERIAL : Adobe | 55% | Ladrillo | 15%

ESTADO DE CONSERVACION: Bueno | 25% | Regular | 75% | Malo | 2%

NUMERO DE PISOS : 1 piso | 62% | 2 pisos | 28% | 3 pisos | 10%

ANTIGUEDAD EN AÑOS : 0-59 | 55% | 60-79 | 29% | 80-100 | 16%

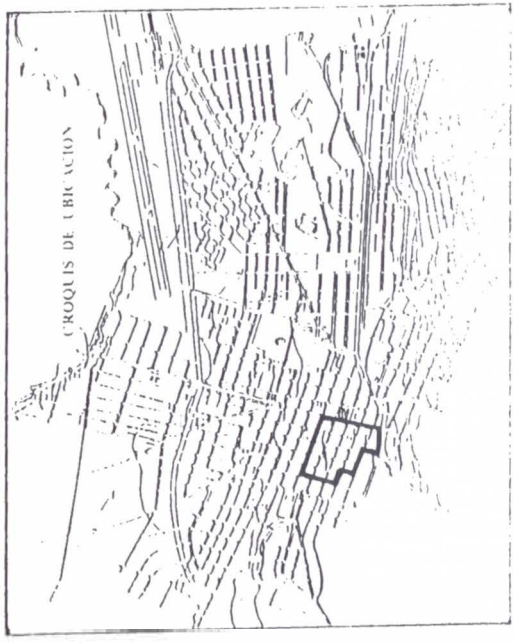
COBERTURA DE TECHO : Tejas | 30% | Galvan | 40% | Aljebe | 30%





LAMINA 6.3

FICHA DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN LA ZONA MONUMENTAL - SUBSECTOR 03
TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVISION Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JALJA
FECHA: JULIO 94 ENCUESTADOR: JAIME ARTEAGA LIMACHI
UBICACION: SUBSECTOR 03 / HUASCAR-BOLIVAR-GRATIACIA-MANCO CAPAC-LA MIRA-ATAHUALPA-SUCRE
MATERIAL : Adobe [85%] Ladrillo [15%]
ESTADO DE CONSERVAC.: Bueno [75%] Regular [65%] Malo [15%]
NUMERO DE PISOS : 1 piso [14%] 2 pisos [48%] 3 pisos [11%]
ANTIGUEDAD EN AÑOS : 0-50 [33%] 60-79 [36%] 80-100 [15%]
COBERTURA DE TECHO : Tejas [78%] Alamo [10%] Alizo [20%]





LAMINA 6.4

FICHA DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES EN LA ZONA MONUMENTAL - SUBSECTOR 04

TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE LIMA

FECHA: JULIO '94 ENCUESTADOR: JAIME ARTEAGA LIMACHI

UBICACION: SUBSECTOR 04 / 20 DE DICIEMBRE - SALAVERRY TARMA - ACOLLA - ATAHUALPA - BOLIVAR - III ASCAR - AYACUCHO

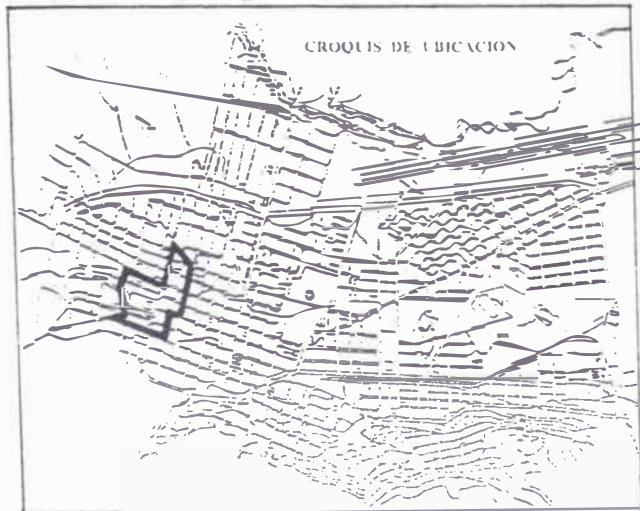
MATERIAL : Adobe [80%] Ladrillo [20%]

ESTADO DE CONSERVACION: Bueno [9%] Regular [88%] Malo [3%]

NUMERO DE PISOS : 1 piso [56%] 2 pisos [35%] 3 pisos [9%]

ANTIGUEDAD EN AÑOS : 0-59 [60%] 60-79 [19%] 80-100 [21%]

COBERTURA DE TECHO : Tejas [67%] Calam. [18%] Algas. [15%]





LAMINA 6.5

FICHA DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES
 EN LA ZONA MONUMENTAL - SUBSECTOR 06

TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y
 MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE LIMA

FECHA: JULIO '94 ENCUESTADOR: JAIME ARTEAGA LIMACHI

UBICACION: SUBSECTOR 06 / GRAU - ACOLLA - COLINA -
 SAN MARTIN - PIZARRO - BOLIVAR

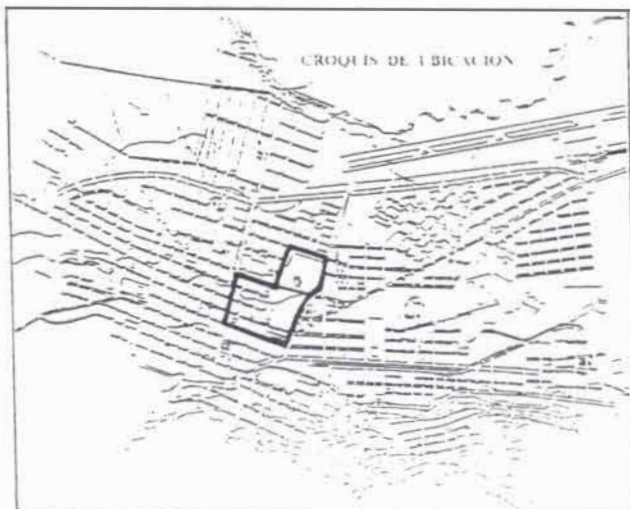
MATERIAL : Adobe [82%] Ladrillo [18%]

ESTADO DE
 CONSERVACION: Bueno [15%] Regular [82%] Malo [3%]

NUMERO DE
 PISOS : 1 piso [52%] 2 pisos [31%] 3 pisos [17%]

ANTIGUEDAD
 EN AÑOS : 0-59 [51%] 60-79 [32%] 80-100 [17%]

COBERTURA
 DE TECHO : Tejas [60%] Calam. [14%] Alge. [26%]



LAMINA 6.6

FICHA DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES
EN LA ZONA MONUMENTAL - SUBSECTOR 07

TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y
MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAJUA

FECHA: JULIO '94 ENCULESTADOR: JAIME ARTEAGA LIMACHI

UBICACION: SUBSECTOR 07 / GRAU - BOLIVAR - HUARANCAYO
TAJAMAR - TACNA

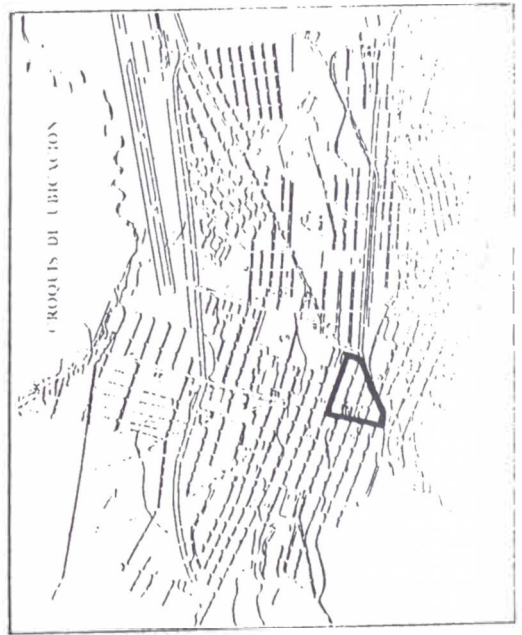
MATERIAL : Adobe | 867 | Ladrillo | 147 |

ESTADO DE
CONSERVAC.: Bueno | 147 | Regular | 837 | Malo | 37 |

NUMERO DE
PISOS : 1 piso | 887 | 2 pisos | 713 | 3 pisos | 157 |

ANTIGUEDAD
EN AÑOS : 0-50 | 51-100 | 70-24 | 80-100 | 25-50 |

COBERTURA
DE TECHO : Tejas | 537 | Caramba | 327 | Algod. | 337 |



calificarse de bueno, regular y malo; y de acuerdo a esto determinar las zonas con mayor probabilidad de colapso. Una vez obtenido todos los porcentajes en la ciudad por manzana, se determinó el siguiente rango:

CUADRO 6.1 MATERIALES DE CONSTRUCCION

SECTORES DE LA ZONA MONUMENTAL	MATERIAL	
	ADOBE	LADRILLO
2	85%	15%
3	88%	12%
4	80%	20%
6	82%	18%
7	86%	14%

Para tener una idea visual del tipo de material de construcción en la Z.M. que se ha detallado en el cuadro anterior, ver las laminas por sectores correspondientes de la Zona Monumental (Ver mapas temáticos 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6) De estos gráficos, podemos apreciar que las construcciones de ladrillo están esparcidas en distintos sectores de la Zona Monumental.

6.6.2.- Por la altura de las viviendas

Para esta parte se obtiene el porcentaje de los lotes, que tienen construcción de un solo piso que generalmente coinciden con las viviendas en bueno y regular estado de conservación. El procedimiento para la obtención de estos resultados es el mismo utilizado en el anterior aspecto; pero ahora los porcentajes en cada manzana se dieron a las alturas de las edificaciones, expresado en el número de pisos (manzanas de 1er, 2do, 3er piso, etc.)

CUADRO 6.2 ALTURA DE VIVIENDAS

SECTORES DE LA ZONA MONUMENTAL	Nº NUMERO DE PISOS		
	1 PISO	2 PISOS	3 PISOS
2	62%	28%	10%
3	41%	48%	11%
4	56%	35%	9%
6	52%	31%	17%
7	38%	47%	15%

Además de esta agrupación, se anota que existen algunas edificaciones de más de 4 pisos que están en zonas de edificaciones que comunmente tiene un máximo de dos pisos; estas son pocas pero representativas por su gran altura. En general, el numero de pisos máximo en una edificación de concreto armado y albañilería es de 6 pisos, y se encuentran en la Plaza principal en el Jr. Ayacucho, Jr. Grau (cine Colonial), Jr. Bolivar es decir dentro de la Z.M. de la ciudad. También se observan edificaciones de adobe de 4 y 3 pisos que están ubicadas en el limite de Yauyos y Jauja y que aprovechan la pendiente pronunciada de esta zona específica, donde se ve que uno de los frentes es de un piso, y el otro frente de 3 pisos. esto



Foto 1: Edificaciones de tapial en el que se observa una columna formada de ladrillos que sirve de apoyo a las vigas de madera que la cruzan y que cumplen la función de arriotre de los muros transversales. Como se ve, no existe un buen confinamiento de los muros, pues estos actúan por peso propio como se diseñaba antiguamente.



Foto 2: En la vista se observa la misma edificación anterior mostrándose la pendiente pronunciada del terreno en esta parte de la ciudad (NO). Este tipo de construcciones se han ubicado mayormente en las partes limítrofes entre los distritos de Jauja y Yauyos, razón por la cual deberían tener un mejor tratamiento para evitar posibles deslizamientos o asentamientos que podrían afectar las viviendas de adobe.



TESIS MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN
Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA
CIUDAD DE JALWA

LAMINA:

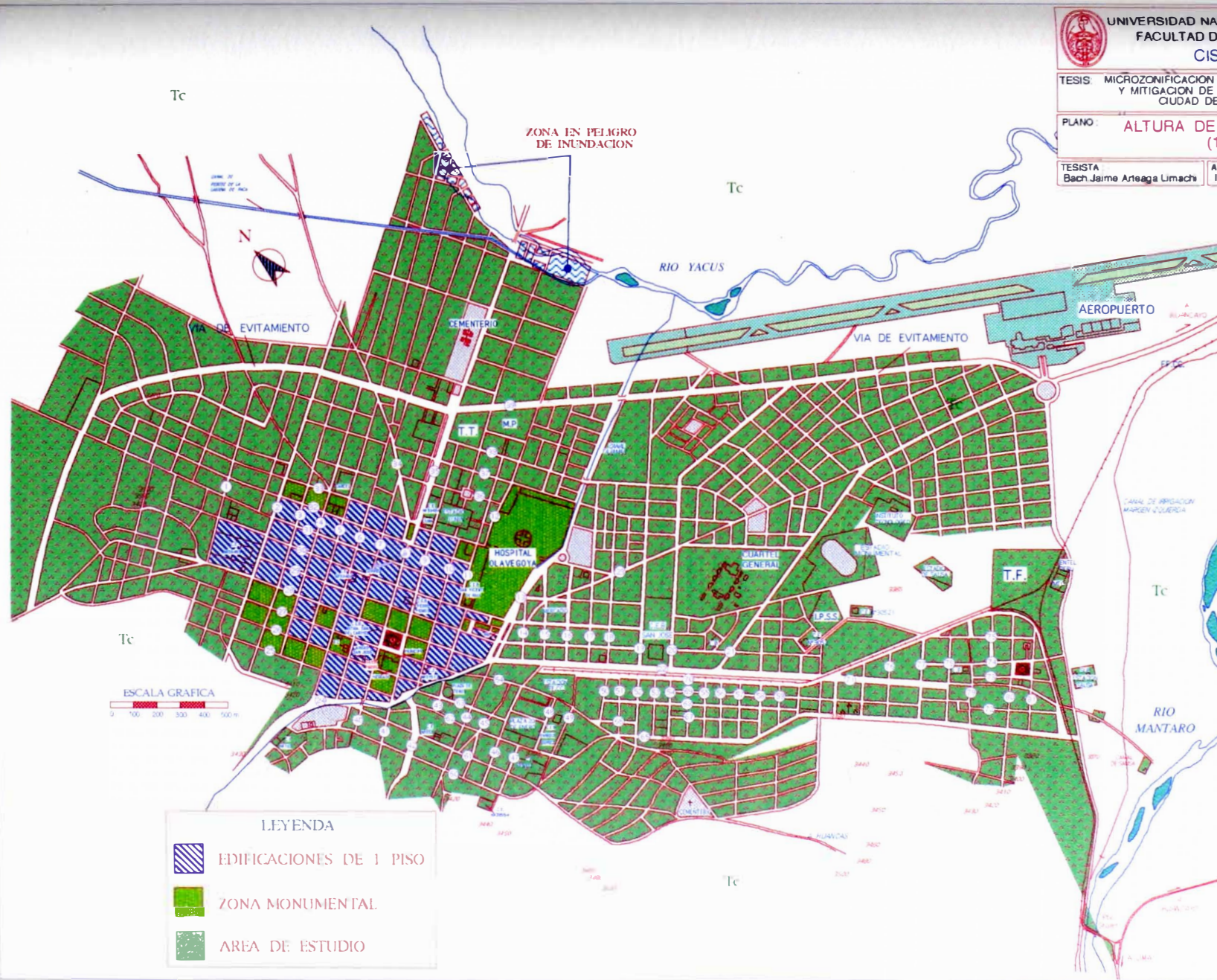
PLANO ALTURA DE EDIFICACIONES
(1 piso)

6.7

TESISTA
Bach. Jaime Arteaga Limachi

ASESOR
Ing. Julio Kurawa Horuchi

FECHA
Marzo '95

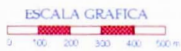


INDICE DE CALLES

- 1. J. DE OCHOA
- 2. J. DE OCHOA
- 3. J. DE OCHOA
- 4. J. DE OCHOA
- 5. J. DE OCHOA
- 6. J. DE OCHOA
- 7. J. DE OCHOA
- 8. J. DE OCHOA
- 9. J. DE OCHOA
- 10. J. DE OCHOA
- 11. J. DE OCHOA
- 12. J. DE OCHOA
- 13. J. DE OCHOA
- 14. J. DE OCHOA
- 15. J. DE OCHOA
- 16. J. DE OCHOA
- 17. J. DE OCHOA
- 18. J. DE OCHOA
- 19. J. DE OCHOA
- 20. J. DE OCHOA
- 21. J. DE OCHOA
- 22. J. DE OCHOA
- 23. J. DE OCHOA
- 24. J. DE OCHOA
- 25. J. DE OCHOA
- 26. J. DE OCHOA
- 27. J. DE OCHOA
- 28. J. DE OCHOA
- 29. J. DE OCHOA
- 30. J. DE OCHOA
- 31. J. DE OCHOA
- 32. J. DE OCHOA
- 33. J. DE OCHOA
- 34. J. DE OCHOA
- 35. J. DE OCHOA
- 36. J. DE OCHOA
- 37. J. DE OCHOA
- 38. J. DE OCHOA
- 39. J. DE OCHOA
- 40. J. DE OCHOA
- 41. J. DE OCHOA
- 42. J. DE OCHOA
- 43. J. DE OCHOA
- 44. J. DE OCHOA
- 45. J. DE OCHOA
- 46. J. DE OCHOA
- 47. J. DE OCHOA
- 48. J. DE OCHOA
- 49. J. DE OCHOA
- 50. J. DE OCHOA
- 51. J. DE OCHOA
- 52. J. DE OCHOA
- 53. J. DE OCHOA
- 54. J. DE OCHOA
- 55. J. DE OCHOA
- 56. J. DE OCHOA
- 57. J. DE OCHOA
- 58. J. DE OCHOA
- 59. J. DE OCHOA
- 60. J. DE OCHOA
- 61. J. DE OCHOA
- 62. J. DE OCHOA
- 63. J. DE OCHOA
- 64. J. DE OCHOA
- 65. J. DE OCHOA
- 66. J. DE OCHOA
- 67. J. DE OCHOA
- 68. J. DE OCHOA
- 69. J. DE OCHOA
- 70. J. DE OCHOA
- 71. J. DE OCHOA
- 72. J. DE OCHOA
- 73. J. DE OCHOA
- 74. J. DE OCHOA
- 75. J. DE OCHOA
- 76. J. DE OCHOA
- 77. J. DE OCHOA
- 78. J. DE OCHOA
- 79. J. DE OCHOA
- 80. J. DE OCHOA
- 81. J. DE OCHOA
- 82. J. DE OCHOA
- 83. J. DE OCHOA
- 84. J. DE OCHOA
- 85. J. DE OCHOA
- 86. J. DE OCHOA
- 87. J. DE OCHOA
- 88. J. DE OCHOA
- 89. J. DE OCHOA
- 90. J. DE OCHOA
- 91. J. DE OCHOA
- 92. J. DE OCHOA
- 93. J. DE OCHOA
- 94. J. DE OCHOA
- 95. J. DE OCHOA
- 96. J. DE OCHOA
- 97. J. DE OCHOA
- 98. J. DE OCHOA
- 99. J. DE OCHOA
- 100. J. DE OCHOA

LEYENDA

- EDIFICACIONES DE 1 PISO
- ZONA MONUMENTAL
- AREA DE ESTUDIO





TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAJAJA

LAMINA:

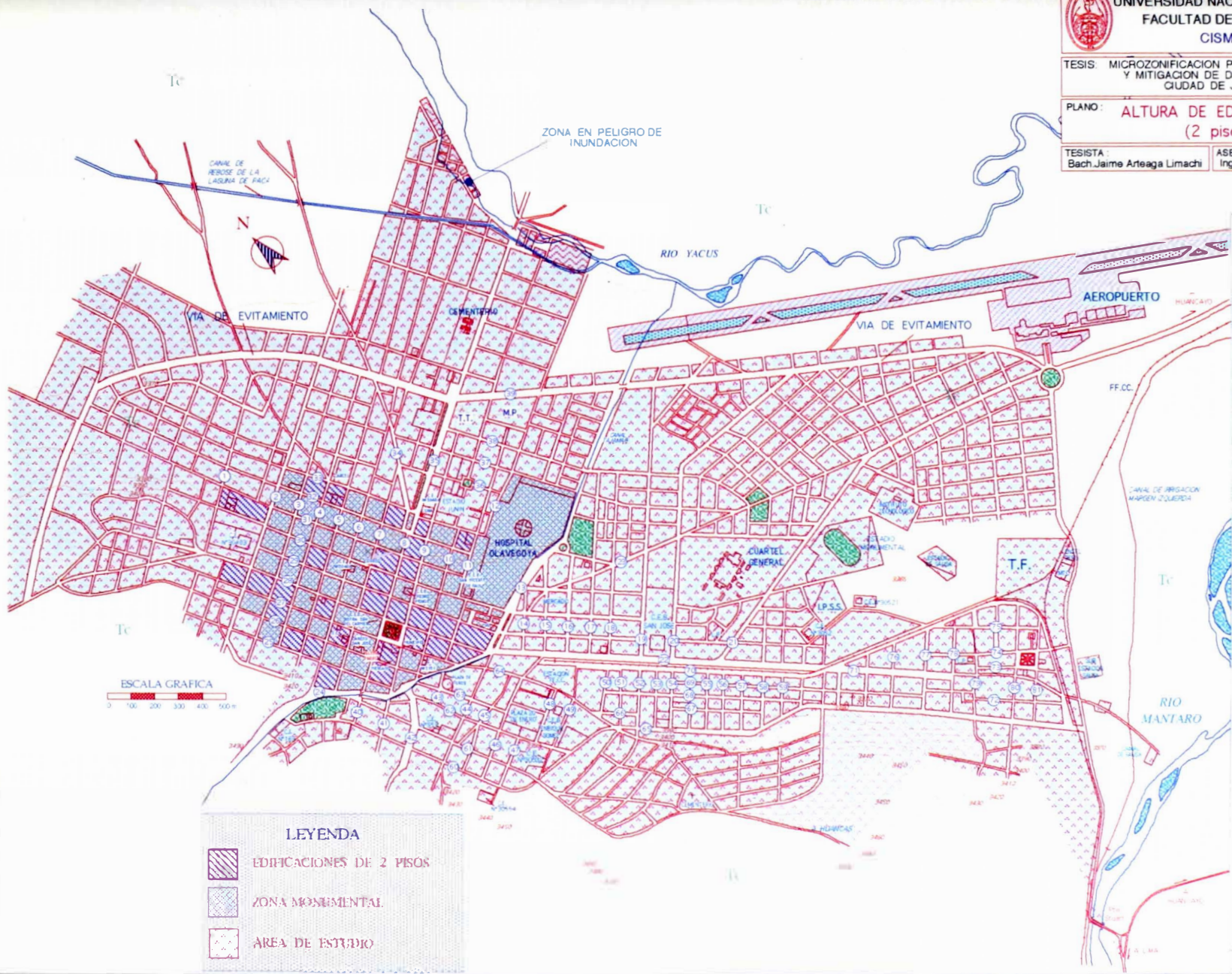
PLANO: ALTURA DE EDIFICACIONES (2 pisos)

6.8

TESISTA: Bach. Jaime Arteaga Limachi

ASESOR: Ing. Julio Kurawwa Horuchi

FECHA: Marzo '95



LEYENDA

	EDIFICACIONES DE 2 PISOS
	ZONA MONUMENTAL
	AREA DE ESTUDIO

INDICE DE CALLES

- 1. JR. 26 DE DICIEMBRE
- 2. JR. TAPAL
- 3. JR. HUASCAP
- 4. JR. ALFONSO LIZARTE
- 5. JR. ALONSO DE ELLA
- 6. JR. JOSE GARCIA
- 7. JR. GARCIA
- 8. JR. BOLIVAR
- 9. JR. TAPAL
- 10. JR. COCHAS
- 11. JR. COCHAS
- 12. JR. COCHAS
- 13. JR. HUANCAYO
- 14. JR. HUANCAYO
- 15. JR. JOSE GARCIA
- 16. JR. JOSE GARCIA
- 17. JR. JOSE GARCIA
- 18. JR. JOSE GARCIA
- 19. JR. JOSE GARCIA
- 20. JR. JOSE GARCIA
- 21. JR. JOSE GARCIA
- 22. JR. JOSE GARCIA
- 23. JR. JOSE GARCIA
- 24. JR. JOSE GARCIA
- 25. JR. JOSE GARCIA
- 26. JR. JOSE GARCIA
- 27. JR. JOSE GARCIA
- 28. JR. JOSE GARCIA
- 29. JR. JOSE GARCIA
- 30. JR. JOSE GARCIA
- 31. JR. JOSE GARCIA
- 32. JR. JOSE GARCIA
- 33. JR. JOSE GARCIA
- 34. JR. JOSE GARCIA
- 35. JR. JOSE GARCIA
- 36. JR. JOSE GARCIA
- 37. JR. JOSE GARCIA
- 38. JR. JOSE GARCIA
- 39. JR. JOSE GARCIA
- 40. JR. JOSE GARCIA
- 41. JR. JOSE GARCIA
- 42. JR. JOSE GARCIA
- 43. JR. JOSE GARCIA
- 44. JR. JOSE GARCIA
- 45. JR. JOSE GARCIA
- 46. JR. JOSE GARCIA
- 47. JR. JOSE GARCIA
- 48. JR. JOSE GARCIA
- 49. JR. JOSE GARCIA
- 50. JR. JOSE GARCIA
- 51. JR. JOSE GARCIA
- 52. JR. JOSE GARCIA
- 53. JR. JOSE GARCIA
- 54. JR. JOSE GARCIA
- 55. JR. JOSE GARCIA
- 56. JR. JOSE GARCIA
- 57. JR. JOSE GARCIA
- 58. JR. JOSE GARCIA
- 59. JR. JOSE GARCIA
- 60. JR. JOSE GARCIA
- 61. JR. JOSE GARCIA
- 62. JR. JOSE GARCIA
- 63. JR. JOSE GARCIA
- 64. JR. JOSE GARCIA
- 65. JR. JOSE GARCIA
- 66. JR. JOSE GARCIA
- 67. JR. JOSE GARCIA
- 68. JR. JOSE GARCIA
- 69. JR. JOSE GARCIA
- 70. JR. JOSE GARCIA
- 71. JR. JOSE GARCIA
- 72. JR. JOSE GARCIA
- 73. JR. JOSE GARCIA
- 74. JR. JOSE GARCIA
- 75. JR. JOSE GARCIA
- 76. JR. JOSE GARCIA
- 77. JR. JOSE GARCIA
- 78. JR. JOSE GARCIA
- 79. JR. JOSE GARCIA
- 80. JR. JOSE GARCIA
- 81. JR. JOSE GARCIA
- 82. JR. JOSE GARCIA
- 83. JR. JOSE GARCIA
- 84. JR. JOSE GARCIA
- 85. JR. JOSE GARCIA
- 86. JR. JOSE GARCIA
- 87. JR. JOSE GARCIA
- 88. JR. JOSE GARCIA
- 89. JR. JOSE GARCIA
- 90. JR. JOSE GARCIA
- 91. JR. JOSE GARCIA
- 92. JR. JOSE GARCIA
- 93. JR. JOSE GARCIA
- 94. JR. JOSE GARCIA
- 95. JR. JOSE GARCIA
- 96. JR. JOSE GARCIA
- 97. JR. JOSE GARCIA
- 98. JR. JOSE GARCIA
- 99. JR. JOSE GARCIA
- 100. JR. JOSE GARCIA



TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JALUA

LAMINA:

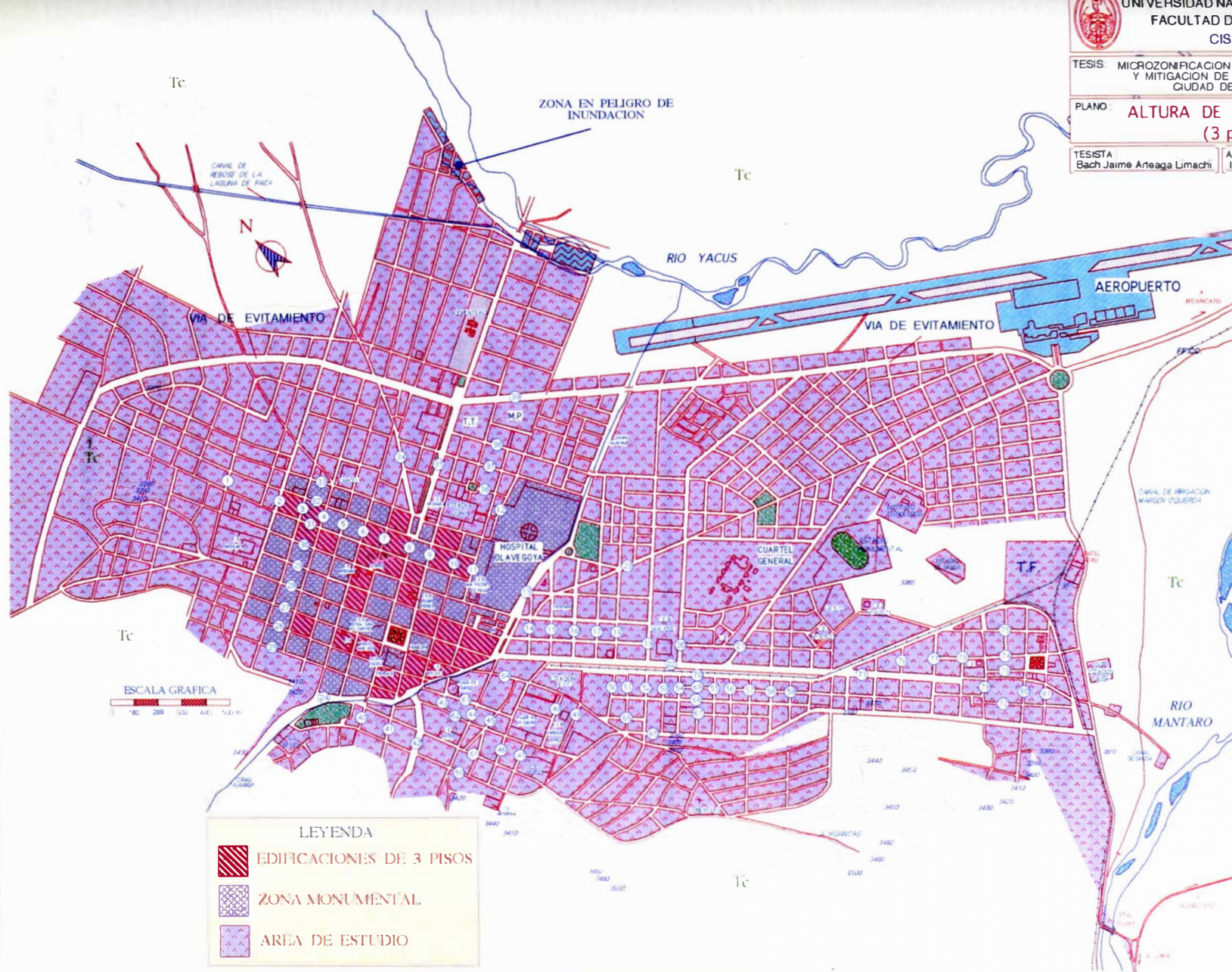
PLANO: ALTURA DE EDIFICACIONES
(3 pisos)

6.9

TESISTA:
Bach Jaime Arteaga Limachi

ASESOR:
Ing Julio Kuroiwa Honuchi




FECHA:
Marzo '95



INDICE DE CALLES

- JALUA
1. JR. 30 DE DICIEMBRE
 2. JR. TAPACA
 3. JR. PASADIZO
 4. JR. TAPACA
 5. JR. ALFONSO GARCIA
 6. JR. MANCO CACAC
 7. JR. JOSE GARCIA
 8. JR. BELLOMONTES
 9. JR. BELLOMONTES
 10. JR. BELLOMONTES
 11. JR. BELLOMONTES
 12. JR. BELLOMONTES
 13. JR. BELLOMONTES
 14. JR. BELLOMONTES
 15. JR. BELLOMONTES
 16. JR. BELLOMONTES
 17. JR. BELLOMONTES
 18. JR. BELLOMONTES
 19. JR. BELLOMONTES
 20. JR. BELLOMONTES
 21. JR. BELLOMONTES
 22. JR. BELLOMONTES
 23. JR. BELLOMONTES
 24. JR. BELLOMONTES
 25. JR. BELLOMONTES
 26. JR. BELLOMONTES
 27. JR. BELLOMONTES
 28. JR. BELLOMONTES
 29. JR. BELLOMONTES
 30. JR. BELLOMONTES
 31. JR. BELLOMONTES
 32. JR. BELLOMONTES
 33. JR. BELLOMONTES
 34. JR. BELLOMONTES
 35. JR. BELLOMONTES
 36. JR. BELLOMONTES
 37. JR. BELLOMONTES
 38. JR. BELLOMONTES
 39. JR. BELLOMONTES
 40. JR. BELLOMONTES
 41. JR. BELLOMONTES
 42. JR. BELLOMONTES
 43. JR. BELLOMONTES
 44. JR. BELLOMONTES
 45. JR. BELLOMONTES
 46. JR. BELLOMONTES
 47. JR. BELLOMONTES
 48. JR. BELLOMONTES
 49. JR. BELLOMONTES
 50. JR. BELLOMONTES
 51. JR. BELLOMONTES
 52. JR. BELLOMONTES
 53. JR. BELLOMONTES
 54. JR. BELLOMONTES
 55. JR. BELLOMONTES
 56. JR. BELLOMONTES
 57. JR. BELLOMONTES
 58. JR. BELLOMONTES
 59. JR. BELLOMONTES
 60. JR. BELLOMONTES
 61. JR. BELLOMONTES
 62. JR. BELLOMONTES
 63. JR. BELLOMONTES
 64. JR. BELLOMONTES
 65. JR. BELLOMONTES
 66. JR. BELLOMONTES
 67. JR. BELLOMONTES
 68. JR. BELLOMONTES
 69. JR. BELLOMONTES
 70. JR. BELLOMONTES
 71. JR. BELLOMONTES
 72. JR. BELLOMONTES
 73. JR. BELLOMONTES
 74. JR. BELLOMONTES
 75. JR. BELLOMONTES
 76. JR. BELLOMONTES
 77. JR. BELLOMONTES
 78. JR. BELLOMONTES
 79. JR. BELLOMONTES
 80. JR. BELLOMONTES
 81. JR. BELLOMONTES
 82. JR. BELLOMONTES
 83. JR. BELLOMONTES
 84. JR. BELLOMONTES
 85. JR. BELLOMONTES
 86. JR. BELLOMONTES
 87. JR. BELLOMONTES
 88. JR. BELLOMONTES
 89. JR. BELLOMONTES
 90. JR. BELLOMONTES
 91. JR. BELLOMONTES
 92. JR. BELLOMONTES
 93. JR. BELLOMONTES
 94. JR. BELLOMONTES
 95. JR. BELLOMONTES
 96. JR. BELLOMONTES
 97. JR. BELLOMONTES
 98. JR. BELLOMONTES
 99. JR. BELLOMONTES
 100. JR. BELLOMONTES
- JALUA
1. JR. BELLOMONTES
 2. JR. BELLOMONTES
 3. JR. BELLOMONTES
 4. JR. BELLOMONTES
 5. JR. BELLOMONTES
 6. JR. BELLOMONTES
 7. JR. BELLOMONTES
 8. JR. BELLOMONTES
 9. JR. BELLOMONTES
 10. JR. BELLOMONTES
 11. JR. BELLOMONTES
 12. JR. BELLOMONTES
 13. JR. BELLOMONTES
 14. JR. BELLOMONTES
 15. JR. BELLOMONTES
 16. JR. BELLOMONTES
 17. JR. BELLOMONTES
 18. JR. BELLOMONTES
 19. JR. BELLOMONTES
 20. JR. BELLOMONTES
 21. JR. BELLOMONTES
 22. JR. BELLOMONTES
 23. JR. BELLOMONTES
 24. JR. BELLOMONTES
 25. JR. BELLOMONTES
 26. JR. BELLOMONTES
 27. JR. BELLOMONTES
 28. JR. BELLOMONTES
 29. JR. BELLOMONTES
 30. JR. BELLOMONTES
 31. JR. BELLOMONTES
 32. JR. BELLOMONTES
 33. JR. BELLOMONTES
 34. JR. BELLOMONTES
 35. JR. BELLOMONTES
 36. JR. BELLOMONTES
 37. JR. BELLOMONTES
 38. JR. BELLOMONTES
 39. JR. BELLOMONTES
 40. JR. BELLOMONTES
 41. JR. BELLOMONTES
 42. JR. BELLOMONTES
 43. JR. BELLOMONTES
 44. JR. BELLOMONTES
 45. JR. BELLOMONTES
 46. JR. BELLOMONTES
 47. JR. BELLOMONTES
 48. JR. BELLOMONTES
 49. JR. BELLOMONTES
 50. JR. BELLOMONTES
 51. JR. BELLOMONTES
 52. JR. BELLOMONTES
 53. JR. BELLOMONTES
 54. JR. BELLOMONTES
 55. JR. BELLOMONTES
 56. JR. BELLOMONTES
 57. JR. BELLOMONTES
 58. JR. BELLOMONTES
 59. JR. BELLOMONTES
 60. JR. BELLOMONTES
 61. JR. BELLOMONTES
 62. JR. BELLOMONTES
 63. JR. BELLOMONTES
 64. JR. BELLOMONTES
 65. JR. BELLOMONTES
 66. JR. BELLOMONTES
 67. JR. BELLOMONTES
 68. JR. BELLOMONTES
 69. JR. BELLOMONTES
 70. JR. BELLOMONTES
 71. JR. BELLOMONTES
 72. JR. BELLOMONTES
 73. JR. BELLOMONTES
 74. JR. BELLOMONTES
 75. JR. BELLOMONTES
 76. JR. BELLOMONTES
 77. JR. BELLOMONTES
 78. JR. BELLOMONTES
 79. JR. BELLOMONTES
 80. JR. BELLOMONTES
 81. JR. BELLOMONTES
 82. JR. BELLOMONTES
 83. JR. BELLOMONTES
 84. JR. BELLOMONTES
 85. JR. BELLOMONTES
 86. JR. BELLOMONTES
 87. JR. BELLOMONTES
 88. JR. BELLOMONTES
 89. JR. BELLOMONTES
 90. JR. BELLOMONTES
 91. JR. BELLOMONTES
 92. JR. BELLOMONTES
 93. JR. BELLOMONTES
 94. JR. BELLOMONTES
 95. JR. BELLOMONTES
 96. JR. BELLOMONTES
 97. JR. BELLOMONTES
 98. JR. BELLOMONTES
 99. JR. BELLOMONTES
 100. JR. BELLOMONTES

LEYENDA

-  EDIFICACIONES DE 3 PISOS
-  ZONA MONUMENTAL
-  AREA DE ESTUDIO

mismo se observa en las afueras de la Zona Monumental en la ruta a Acolla con edificaciones de tapial.(fotos 1 y 2) .Del mapa mencionado podemos apreciar que la mayor cantidad de edificaciones altas se ubican en el sector 06 de la Zona Monumental.(Ver mapas temáticos 6.7, 6.8 y 6.9)

6.6.3.- Por el estado de las edificaciones

En esta parte se realiza una evaluación del estado de conservación que presentan las edificaciones, de acuerdo a cada tipo de material (adobe, tapial y ladrillo). La descripción también estuvo basada en el trabajo visual llevada a cabo por el autor , durante los meses de elaboración de estos datos y que se contó además con los listados del catastro urbano facilitados por la Municipalidad de Jauja. En forma resumida, podemos ver el cuadro siguiente, donde se observa el porcentaje de viviendas en cada estado de conservación encontrada durante los meses que fueron chequeados.

CUADRO 6.3 ESTADO DE LAS VIVIENDAS

SECTORES DE LA ZONA MONUMENTAL	ESTADO DE LAS VIVIENDAS		
	BUENO	REGULAR	MALO
2	23%	75%	2%
3	17%	65%	18%
4	9%	88%	3%
6	15%	83%	2%
7	14%	83%	3%

Los valores de los cuadros 6.1, 6.2 y 6.3 han sido chequeados en campo los meses de Setiembre-Diciembre 93 y Enero-Junio 94; por lo tanto son reales y representan el estado actual de la Zona Monumental. Con el resultado de estos cuadros se graficaron en los mapas temáticos en los cuales se destacan su estado de conservación, la altura de edificación y el material de construcción actuales de la Z.M. Esto se basa principalmente en que esta área es la mas representativa dentro del área total de la ciudad, y donde se dan todos los tipos de edificaciones existentes en el área como se anotó anteriormente. Por tanto, los porcentajes estimados para esta zona son exactos. Los otros sectores en cuanto su ubicación y estado de conservación son correctas pero son valores estimados.(Ver mapas temáticos 6.10, 6.11 y 6.12). Los valores que son necesarios de resaltar del estudio de las viviendas de la Z.M. son:

- Aproximadamente el 50% de las viviendas son de 1 piso.
- El 85% de estas construcciones tienen como material constructivo el adobe.
- El 20% de las viviendas están en mal estado principalmente en el sector 03 y el 88% se encuentran en estado regular principalmente en el sector 04 y 23% en estado bueno en el sector 2.



TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAJA

LÁMINA:

PLANO: CONSERVACION DE LAS VIVIENDAS (Buen estado)

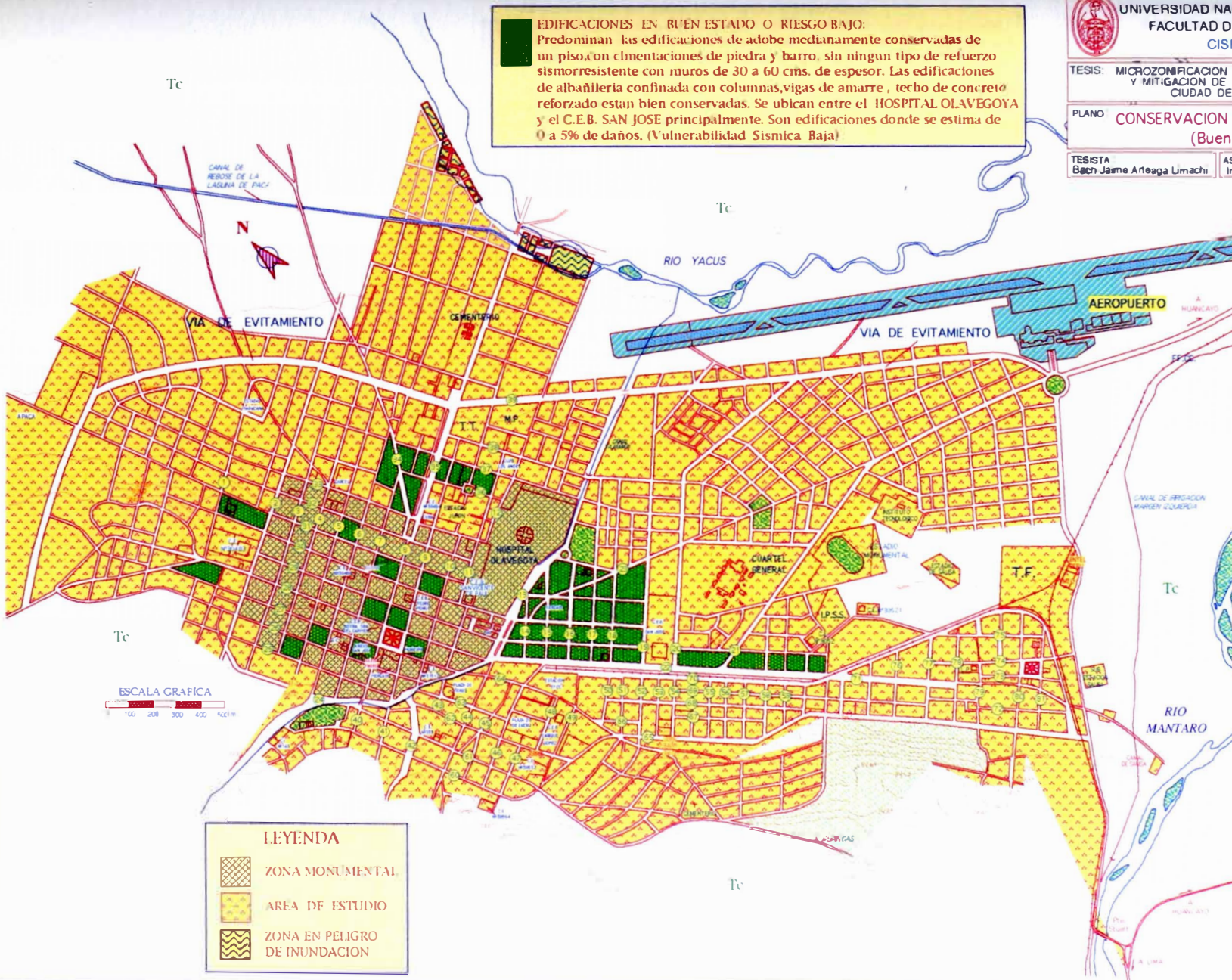
6.10

TESISTA: Bach Jaime Arteaga Umachi

ASESOR: Ing. Julio Kuratwa Honuchi

FECHA: Marzo '95

EDIFICACIONES EN BUEN ESTADO O RIESGO BAJO:
Predominan las edificaciones de adobe medianamente conservadas de un piso, con cimentaciones de piedra y barro, sin ningún tipo de refuerzo sismorresistente con muros de 30 a 60 cms. de espesor. Las edificaciones de albañilería confinada con columnas, vigas de amarre, techo de concreto reforzado están bien conservadas. Se ubican entre el HOSPITAL OLAVEGOYA y el C.E.B. SAN JOSE principalmente. Son edificaciones donde se estima de 0 a 5% de daños. (Vulnerabilidad Sísmica Baja)



Tc

Tc

Tc

Tc



LEYENDA

- ZONA MONUMENTAL
- AREA DE ESTUDIO
- ZONA EN PELIGRO DE INUNDACION

INDICE DE CALLES

- JAJA**
1. JR. 20 DE DICIEMBRE
 2. JR. TARRIA
 3. JR. BANGOR
 4. JR. ALVARO
 5. JR. JUAN ESCOBAR
 6. JR. MANUEL GARCIA
 7. JR. JOSE GARCIA
 8. JR. BRAU
 9. JR. BARRIOS
 10. JR. PIGUAY
 11. JR. BOLIVIA
 12. JR. BOLIVIA
 13. JR. BOLIVIA
 14. JR. BOLIVIA
 15. JR. BOLIVIA
 16. JR. BOLIVIA
 17. JR. BOLIVIA
 18. JR. BOLIVIA
 19. JR. BOLIVIA
 20. JR. BOLIVIA
 21. JR. BOLIVIA
 22. JR. BOLIVIA
 23. JR. BOLIVIA
 24. JR. BOLIVIA
 25. JR. BOLIVIA
 26. JR. BOLIVIA
 27. JR. BOLIVIA
 28. JR. BOLIVIA
 29. JR. BOLIVIA
 30. JR. BOLIVIA
 31. JR. BOLIVIA
 32. JR. BOLIVIA
 33. JR. BOLIVIA
 34. JR. BOLIVIA
 35. JR. BOLIVIA
 36. JR. BOLIVIA
 37. JR. BOLIVIA
 38. JR. BOLIVIA
 39. JR. BOLIVIA
 40. JR. BOLIVIA
 41. JR. BOLIVIA
 42. JR. BOLIVIA
 43. JR. BOLIVIA
 44. JR. BOLIVIA
 45. JR. BOLIVIA
 46. JR. BOLIVIA
 47. JR. BOLIVIA
 48. JR. BOLIVIA
 49. JR. BOLIVIA
 50. JR. BOLIVIA
 51. JR. BOLIVIA
 52. JR. BOLIVIA
 53. JR. BOLIVIA
 54. JR. BOLIVIA
 55. JR. BOLIVIA
 56. JR. BOLIVIA
 57. JR. BOLIVIA
 58. JR. BOLIVIA
 59. JR. BOLIVIA
 60. JR. BOLIVIA
 61. JR. BOLIVIA
 62. JR. BOLIVIA
 63. JR. BOLIVIA
 64. JR. BOLIVIA
 65. JR. BOLIVIA
 66. JR. BOLIVIA
 67. JR. BOLIVIA
 68. JR. BOLIVIA
 69. JR. BOLIVIA
 70. JR. BOLIVIA
 71. JR. BOLIVIA
 72. JR. BOLIVIA
 73. JR. BOLIVIA
 74. JR. BOLIVIA
 75. JR. BOLIVIA
 76. JR. BOLIVIA
 77. JR. BOLIVIA
 78. JR. BOLIVIA
 79. JR. BOLIVIA
 80. JR. BOLIVIA
 81. JR. BOLIVIA
 82. JR. BOLIVIA
 83. JR. BOLIVIA
 84. JR. BOLIVIA
 85. JR. BOLIVIA
 86. JR. BOLIVIA
 87. JR. BOLIVIA
 88. JR. BOLIVIA
 89. JR. BOLIVIA
 90. JR. BOLIVIA
 91. JR. BOLIVIA
 92. JR. BOLIVIA
 93. JR. BOLIVIA
 94. JR. BOLIVIA
 95. JR. BOLIVIA
 96. JR. BOLIVIA
 97. JR. BOLIVIA
 98. JR. BOLIVIA
 99. JR. BOLIVIA
 100. JR. BOLIVIA
- JAJA**
40. PUEBLO JR. BRAU
 41. PUEBLO JR. BOLIVIA
 42. PUEBLO JR. BOLIVIA
 43. PUEBLO JR. BOLIVIA
 44. PUEBLO JR. BOLIVIA
 45. PUEBLO JR. BOLIVIA
 46. PUEBLO JR. BOLIVIA
 47. PUEBLO JR. BOLIVIA
 48. PUEBLO JR. BOLIVIA
 49. PUEBLO JR. BOLIVIA
 50. PUEBLO JR. BOLIVIA
 51. PUEBLO JR. BOLIVIA
 52. PUEBLO JR. BOLIVIA
 53. PUEBLO JR. BOLIVIA
 54. PUEBLO JR. BOLIVIA
 55. PUEBLO JR. BOLIVIA
 56. PUEBLO JR. BOLIVIA
 57. PUEBLO JR. BOLIVIA
 58. PUEBLO JR. BOLIVIA
 59. PUEBLO JR. BOLIVIA
 60. PUEBLO JR. BOLIVIA
 61. PUEBLO JR. BOLIVIA
 62. PUEBLO JR. BOLIVIA
 63. PUEBLO JR. BOLIVIA
 64. PUEBLO JR. BOLIVIA
 65. PUEBLO JR. BOLIVIA
 66. PUEBLO JR. BOLIVIA
 67. PUEBLO JR. BOLIVIA
 68. PUEBLO JR. BOLIVIA
 69. PUEBLO JR. BOLIVIA
 70. PUEBLO JR. BOLIVIA
 71. PUEBLO JR. BOLIVIA
 72. PUEBLO JR. BOLIVIA
 73. PUEBLO JR. BOLIVIA
 74. PUEBLO JR. BOLIVIA
 75. PUEBLO JR. BOLIVIA
 76. PUEBLO JR. BOLIVIA
 77. PUEBLO JR. BOLIVIA
 78. PUEBLO JR. BOLIVIA
 79. PUEBLO JR. BOLIVIA
 80. PUEBLO JR. BOLIVIA
 81. PUEBLO JR. BOLIVIA
 82. PUEBLO JR. BOLIVIA
 83. PUEBLO JR. BOLIVIA
 84. PUEBLO JR. BOLIVIA
 85. PUEBLO JR. BOLIVIA
 86. PUEBLO JR. BOLIVIA
 87. PUEBLO JR. BOLIVIA
 88. PUEBLO JR. BOLIVIA
 89. PUEBLO JR. BOLIVIA
 90. PUEBLO JR. BOLIVIA
 91. PUEBLO JR. BOLIVIA
 92. PUEBLO JR. BOLIVIA
 93. PUEBLO JR. BOLIVIA
 94. PUEBLO JR. BOLIVIA
 95. PUEBLO JR. BOLIVIA
 96. PUEBLO JR. BOLIVIA
 97. PUEBLO JR. BOLIVIA
 98. PUEBLO JR. BOLIVIA
 99. PUEBLO JR. BOLIVIA
 100. PUEBLO JR. BOLIVIA



TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JAJUA

LAMINA:

PLANO: ESTADO DE LAS VIVIENDAS (Regular estado)

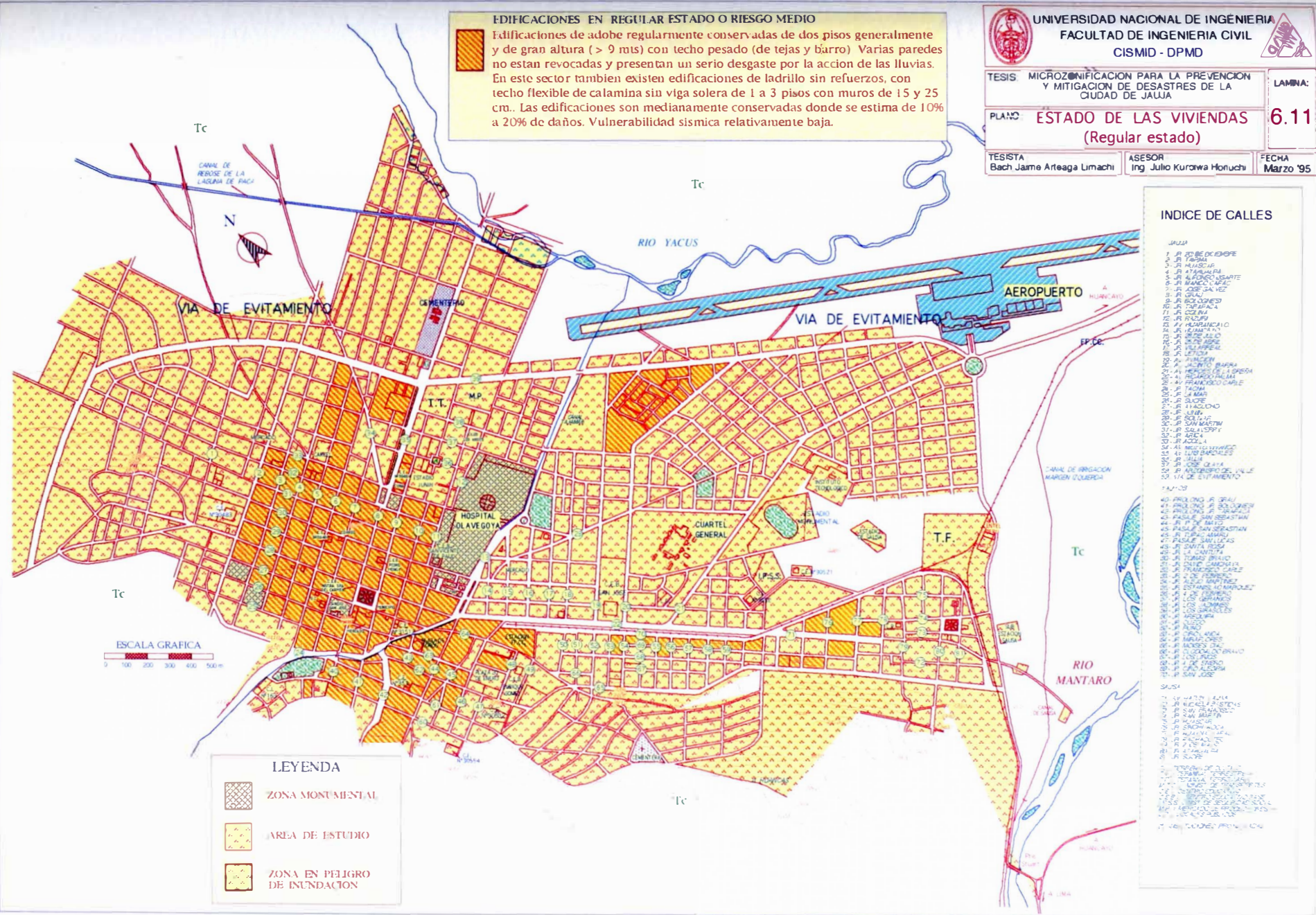
6.11

TESISTA: Bach Jaime Arteaga Limachi

ASESOR: Ing Julio Kurzawa Moruchi

FECHA: Marzo '95

EDIFICACIONES EN REGULAR ESTADO O RIESGO MEDIO
Edificaciones de adobe regularmente conservadas de dos pisos generalmente y de gran altura (> 9 mts) con techo pesado (de tejas y barro). Varias paredes no estan revocadas y presentan un serio desgaste por la accion de las lluvias. En este sector tambien existen edificaciones de ladrillo sin refuerzos, con techo flexible de calamina sin viga solera de 1 a 3 pisos con muros de 15 y 25 cm. Las edificaciones son medianamente conservadas donde se estima de 10% a 20% de daños. Vulnerabilidad sísmica relativamente baja.



INDICE DE CALLES

- JAJUA
- 1. JR. JOSE DE DEVENORE
- 2. JR. TAPARI
- 3. JR. HUASCHA
- 4. JR. ATIPALTA
- 5. JR. ALFONSO USARTE
- 6. JR. MANCO CASHI
- 7. JR. JOSE GALVEZ
- 8. JR. BOLIVAR
- 9. JR. BOLIVAR
- 10. JR. BOLIVAR
- 11. JR. BOLIVAR
- 12. JR. BOLIVAR
- 13. JR. BOLIVAR
- 14. JR. BOLIVAR
- 15. JR. BOLIVAR
- 16. JR. BOLIVAR
- 17. JR. BOLIVAR
- 18. JR. BOLIVAR
- 19. JR. BOLIVAR
- 20. JR. BOLIVAR
- 21. JR. BOLIVAR
- 22. JR. BOLIVAR
- 23. JR. BOLIVAR
- 24. JR. BOLIVAR
- 25. JR. BOLIVAR
- 26. JR. BOLIVAR
- 27. JR. BOLIVAR
- 28. JR. BOLIVAR
- 29. JR. BOLIVAR
- 30. JR. BOLIVAR
- 31. JR. BOLIVAR
- 32. JR. BOLIVAR
- 33. JR. BOLIVAR
- 34. JR. BOLIVAR
- 35. JR. BOLIVAR
- 36. JR. BOLIVAR
- 37. JR. BOLIVAR
- 38. JR. BOLIVAR
- 39. JR. BOLIVAR
- 40. JR. BOLIVAR
- 41. JR. BOLIVAR
- 42. JR. BOLIVAR
- 43. JR. BOLIVAR
- 44. JR. BOLIVAR
- 45. JR. BOLIVAR
- 46. JR. BOLIVAR
- 47. JR. BOLIVAR
- 48. JR. BOLIVAR
- 49. JR. BOLIVAR
- 50. JR. BOLIVAR
- 51. JR. BOLIVAR
- 52. JR. BOLIVAR
- 53. JR. BOLIVAR
- 54. JR. BOLIVAR
- 55. JR. BOLIVAR
- 56. JR. BOLIVAR
- 57. JR. BOLIVAR
- 58. JR. BOLIVAR
- 59. JR. BOLIVAR
- 60. JR. BOLIVAR
- 61. JR. BOLIVAR
- 62. JR. BOLIVAR
- 63. JR. BOLIVAR
- 64. JR. BOLIVAR
- 65. JR. BOLIVAR
- 66. JR. BOLIVAR
- 67. JR. BOLIVAR
- 68. JR. BOLIVAR
- 69. JR. BOLIVAR
- 70. JR. BOLIVAR
- 71. JR. BOLIVAR
- 72. JR. BOLIVAR
- 73. JR. BOLIVAR
- 74. JR. BOLIVAR
- 75. JR. BOLIVAR
- 76. JR. BOLIVAR
- 77. JR. BOLIVAR
- 78. JR. BOLIVAR
- 79. JR. BOLIVAR
- 80. JR. BOLIVAR
- 81. JR. BOLIVAR
- 82. JR. BOLIVAR
- 83. JR. BOLIVAR
- 84. JR. BOLIVAR
- 85. JR. BOLIVAR
- 86. JR. BOLIVAR
- 87. JR. BOLIVAR
- 88. JR. BOLIVAR
- 89. JR. BOLIVAR
- 90. JR. BOLIVAR
- 91. JR. BOLIVAR
- 92. JR. BOLIVAR
- 93. JR. BOLIVAR
- 94. JR. BOLIVAR
- 95. JR. BOLIVAR
- 96. JR. BOLIVAR
- 97. JR. BOLIVAR
- 98. JR. BOLIVAR
- 99. JR. BOLIVAR
- 100. JR. BOLIVAR

LEYENDA

- ZONA MONUMENTAL
- AREA DE ESTUDIO
- ZONA EN PELIGRO DE INUNDACION



Tc

Tc

Tc

Tc

Tc

VIA DE EVITAMIENTO

VIA DE EVITAMIENTO

AEROPUERTO

CEMENTERIO

HOSPITAL OLAVEGOYA

CUARTEL GENERAL

T.F.

CAÑAL DE REBOSE DE LA LAGUNA DE YACU

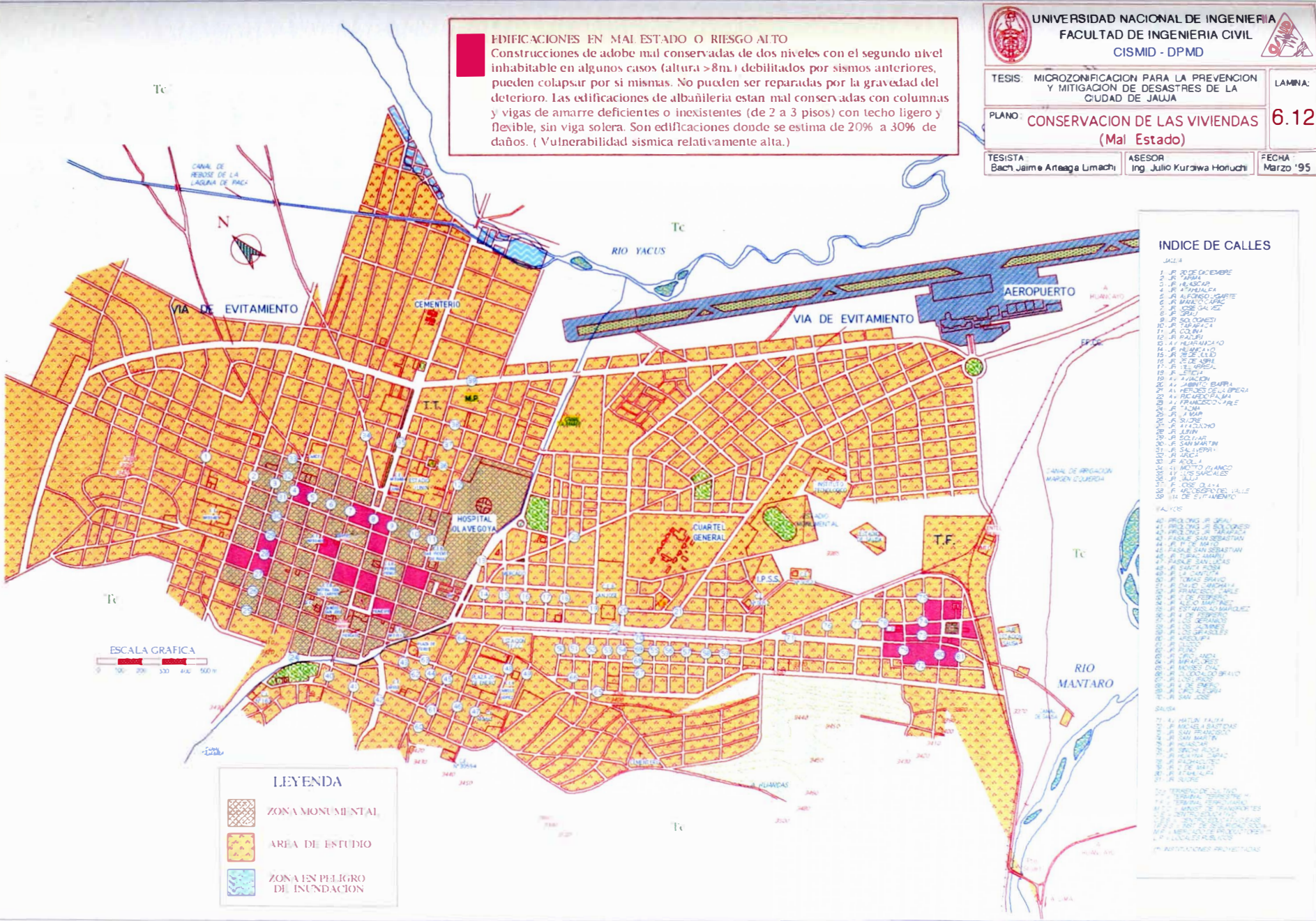
RIO YACUS

CAÑAL DE IRIGACION MARGEN OQUERCHA

RIO MANTARO



EDIFICACIONES EN MAL ESTADO O RIESGO ALTO
Construcciones de adobe mal conservadas de dos niveles con el segundo nivel inhabitable en algunos casos (altura >8m.) debilitados por sismos anteriores, pueden colapsar por sí mismas. No pueden ser reparadas por la gravedad del deterioro. Las edificaciones de albañilería están mal conservadas con columnas y vigas de amarre deficientes o inexistentes (de 2 a 3 pisos) con techo ligero y flexible, sin viga solera. Son edificaciones donde se estima de 20% a 30% de daños. (Vulnerabilidad sísmica relativamente alta.)



INDICE DE CALLES

- JAJUA
- 1. JR. DE DICIEMBRE
- 2. JAJUA
- 3. ALVARO
- 4. ALVARO
- 5. ALVARO
- 6. ALVARO
- 7. ALVARO
- 8. ALVARO
- 9. ALVARO
- 10. ALVARO
- 11. ALVARO
- 12. ALVARO
- 13. ALVARO
- 14. ALVARO
- 15. ALVARO
- 16. ALVARO
- 17. ALVARO
- 18. ALVARO
- 19. ALVARO
- 20. ALVARO
- 21. ALVARO
- 22. ALVARO
- 23. ALVARO
- 24. ALVARO
- 25. ALVARO
- 26. ALVARO
- 27. ALVARO
- 28. ALVARO
- 29. ALVARO
- 30. ALVARO
- 31. ALVARO
- 32. ALVARO
- 33. ALVARO
- 34. ALVARO
- 35. ALVARO
- 36. ALVARO
- 37. ALVARO
- 38. ALVARO
- 39. ALVARO
- 40. ALVARO
- 41. ALVARO
- 42. ALVARO
- 43. ALVARO
- 44. ALVARO
- 45. ALVARO
- 46. ALVARO
- 47. ALVARO
- 48. ALVARO
- 49. ALVARO
- 50. ALVARO
- 51. ALVARO
- 52. ALVARO
- 53. ALVARO
- 54. ALVARO
- 55. ALVARO
- 56. ALVARO
- 57. ALVARO
- 58. ALVARO
- 59. ALVARO
- 60. ALVARO
- 61. ALVARO
- 62. ALVARO
- 63. ALVARO
- 64. ALVARO
- 65. ALVARO
- 66. ALVARO
- 67. ALVARO
- 68. ALVARO
- 69. ALVARO
- 70. ALVARO
- 71. ALVARO
- 72. ALVARO
- 73. ALVARO
- 74. ALVARO
- 75. ALVARO
- 76. ALVARO
- 77. ALVARO
- 78. ALVARO
- 79. ALVARO
- 80. ALVARO
- 81. ALVARO
- 82. ALVARO
- 83. ALVARO
- 84. ALVARO
- 85. ALVARO
- 86. ALVARO
- 87. ALVARO
- 88. ALVARO
- 89. ALVARO
- 90. ALVARO
- 91. ALVARO
- 92. ALVARO
- 93. ALVARO
- 94. ALVARO
- 95. ALVARO
- 96. ALVARO
- 97. ALVARO
- 98. ALVARO
- 99. ALVARO
- 100. ALVARO

LEYENDA

- ZONA MONUMENTAL
- AREA DE ESTUDIO
- ZONA EN PELIGRO DE INUNDACION

En los anexos, se adjunta los cuadros que sirvieron para la toma de datos de campo de las edificaciones.

6.7.- Método empleado en el trabajo de campo

Para el análisis global de la Zona Monumental, se tomo en cuenta los siguientes criterios:

6.7.1.- Reconocimiento en campo

Con objeto de determinar las características físicas de las edificaciones como el material de construcción, estado de conservación de las edificaciones, presencia de elementos sismorresistentes, antigüedad, etc., se confeccionaron tres fichas de recolección de datos una para viviendas de tierra, otro para viviendas de albañilería y finalmente otra para edificaciones de concreto armado, cada una en una sola hoja y con un espacio en blanco para anotar observaciones importantes y añadir un croquis de la planta si fuese necesario.(Ver anexos). Por lo general, en cada sector hay zonas con un mismo tipo de vivienda, ya que como se ha visto estos corresponden a antigüedad, nivel económico, topografía etc. entonces luego de sectorizar el área urbano con mucho criterio, se identifican los tipos de vivienda, se estima la cantidad de viviendas lo más preciso posible y se toman muestras representativas para cada tipo de vivienda. Estos datos se muestran en tablas y gráficas haciendo uso de hojas de cálculo (en nuestro caso se utilizo el Excel) y su distribución en el plano de vulnerabilidad física de las edificaciones.

6.7.2.- Intensidad esperada

Como se ha explicado en el capítulo de Mecánica de Suelos , sería necesario determinar la amplificación dinámica en cada zona para llegar a la intensidad sísmica esperada en la superficie del terreno, pero debido a la escasez de recursos y el objetivo que persigue el presente estudio, la determinación del peligro sísmico en la superficie se hace distribuyendo el rango de intensidades esperadas en la ciudad de acuerdo a condiciones locales de suelo. Para esta parte, se tomo en cuenta la ciudad en forma global, correspondiendole una intensidad probable de VIII para el sector comprendido en la Zona Monumental. (Ver mapa temático N° 6.13). El criterio empleado para asumir las intensidades esperadas se hizo tomando en cuenta el tipo de suelo encontrado en la zona de estudio y que se explican en los capítulos de Geología y de Mecánica de Suelos. Las intensidades es como sigue:

- IX+** *Suelo sísmicamente desfavorable, compuesto de suelo areno-limoso y limo-arcillosos con presencia de napa freática superficial y materia orgánica.*
- VIII** *Suelos intermedios; material lacustre aluvial compuesto de arcillas,limos y arenas con*

menor proporción de gravas.

VII *Suelo semifirme, suelo fluvial del Cuaternario, compuesto de arenas, arcillas, limos, gravas y cantos rodados*

VII+ *Suelo de textura media, calcareos, superficiales y gravosos.*

La intensidad puede incrementarse de acuerdo a condiciones de topografía, pendiente, nivel freático existencia de arenas sueltas con alto potencial de licuación de suelos entre otros factores.(8)

6.7.3.- Tratamiento de la Información

Una vez que se ha sectorizado la ciudad y haberse clasificado las edificaciones de acuerdo a su resistencia sísmica, determinado las intensidades sísmicas probables y su distribución de acuerdo al tipo de suelo, se procede a determinar el Riesgo Sísmico.

Como sabemos:

$$\mathbf{RIESGO = PELIGRO * VULNERABILIDAD * COSTO ECONOMICO}$$

En este caso la Vulnerabilidad la hemos determinado con el estudio y clasificación de las viviendas en "Tipos" de acuerdo a su resistencia sísmica, existiendo una relación directa entre la vulnerabilidad y la cantidad de edificaciones débiles. El Costo económico que es evaluado por las Compañías de Seguros pero que en esta oportunidad este rubro escapa a los alcances de la presente tesis. Y el Peligro que está dado por la intensidad sísmica esperada. Para efectos de interposición y suma de efectos consideramos que la distribución de las viviendas así como el tipo de suelo dentro de cada sector es homogénea y espacialmente isotrópica, esto no es del todo cierto, pero si la sectorización está bien hecha esta hipótesis nos permitirá obtener una buena aproximación.

Usando el cuadro 6.4 que nos da el porcentaje de daños de la edificación en función de la intensidad sísmica y la resistencia de la vivienda en escala MMLA-92, obtenemos el riesgo sísmico de acuerdo al número y frecuencia de cada tipo de vivienda y de la distribución de las intensidades; en forma de incidencia se obtienen la cantidad de edificaciones dañadas con porcentaje de daños, estas se clasifican de acuerdo a la escala de daños de acuerdo a su magnitud. La representación gráfica del cuadro anterior se da en la figura N° 6.1. A continuación se presentan otras características que describen en forma general algunos detalles encontrados en las edificaciones dentro de la Zona Monumental.(6)

6.8.- Defectos en la técnica constructiva de las edificaciones

Del desarrollo del acápite referido al estado de la Zona Monumental, se sabe que el 87% y el

VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES EN EL PERU

(Fuente: Ing. Julio Kuroiwa)

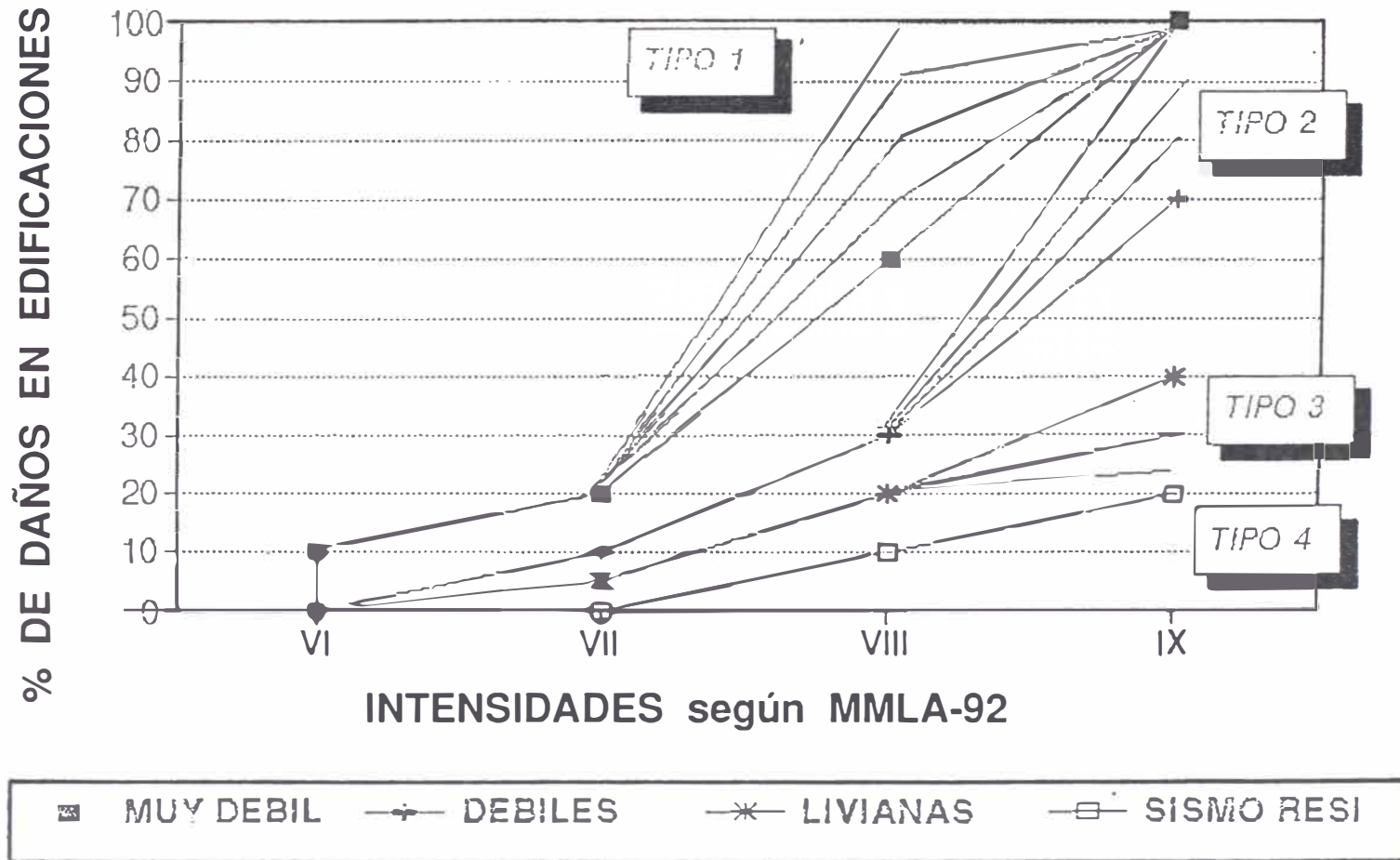


Figura 6.1

CUADRO 6.4

Daños esperados en función de la Intensidad sísmica (MMLA-92) y el tipo de edificación

INTENSIDAD	VII+	VII	VIII	IX
TIPO DE EDIFICACION	Suelo Firme	Suelo Semlfrme	Suelo Intermedio	Suelo Blando
1	<i>Fisuras en las esquinas 5%-10% daños</i>	<i>Grietas en las esquinas 10%-20% daños</i>	<i>Colapso parcial 20%-60% daños</i>	<i>Colapso total 60%-100% daños</i>
2	-----	5%-10%	10%-30%	30%- 70%
3	-----	0%-5%	5%-20%	20%-40%
4	-----	-----	5 - 10%	10%-20%

TIPO DE EDIFICACION

<p>1) MUY DEBILES: * Adobe, adobón, piedra+barro</p>
<p>2) DEBILES: * Albañilería sin reforzar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - con techo ligero y flexible. - con techo rígido y pesado con baja densidad de muros(7-11 cm/m2.) - CºAº con defecto de estructuración: col. corta, excentricidad,etc. - CºAº debiles y dañadas en sismos anteriores. - Construcciones de adobe en buen estado de un piso.
<p>4) SISMORESISTENTES: * Albañilería con viga collar, techo ligero y columnas. * Albañilería con techo rígido y pesado, con densidad de muros $\alpha \geq 12$ cm/ m2. * De CºAº y/o acero con diseño y construcción sismorresistente.</p>

40% de las viviendas se encuentran en regular y mal estado respectivamente; esta alarmante realidad es debido principalmente a la antigüedad de las viviendas en esta zona, pero también se debe a que la técnica constructiva tradicional utilizada en las construcciones de adobe y tapial de esta zona, se ha perdido de tal forma que es casi imposible encontrar maestros constructores que sigan esta línea de construcción y que puedan realizar obras de rehabilitación (ó restauración) pues ahora solo se realiza en forma empírica y sin una adecuada asistencia técnica y que incluso esto mismo se ve en las edificaciones de albañilería. Es de prever que de acuerdo al nivel socio-económico alcanzado por la población se continúe con el uso del adobe y tapial como material en la construcción de viviendas, sobretodo en las zonas rurales (pero con menor acogida que en épocas anteriores) y en menor proporción el de albañilería y de concreto armado.

Por tanto, es indispensable realizar un mayor análisis de la técnica constructiva llevada hasta el momento, de los materiales predominantes (adobe, tapial y albañilería) que se dan en la zona y brindar el asesoramiento técnico para la construcción de viviendas con dichos materiales con el fin de mejorar su comportamiento sismo-resistente; evitando así su colapso en caso de ocurrir un movimiento sísmico. Los otros defectos que se han podido encontrar en las construcciones así como las recomendaciones se dan cuenta a continuación.

6.8.1.- Edificaciones de adobe y tapial

- En general las edificaciones de adobe y tapial no tienen elementos de amarre a nivel del techo ya sea collarín de madera o viga collar de otro material (viga de concreto). En estas condiciones el borde superior de los muros son libres, lo cual facilita la falla por volteo de los muros, al separarse los muros ortogonales en las esquinas; en la parte central del borde superior, el momento positivo producirá grietas verticales que se agravan si existen aberturas de ventanas y puertas, produciendo el desprendimiento de porciones de muro. Este tipo de daños puede producirse con intensidades de **VII MM**.

- El asentado de los adobes fue realizado en forma defectuosa que trajo consigo que el muro pierda la plomada y en consecuencia fuera fácilmente cuarteada. Actualmente se observan muchas edificaciones de este tipo que no han sido refaccionadas y por lo mismo representan una zona de falla potencial del muro, en caso de futuros movimientos sísmicos.

Esto es consecuencia de una deficiente mano de obra en la colocación de las unidades de adobe.

- Los muros no presentan ningún tipo de refuerzo que permita tomar los esfuerzos de flexión y tracción a que estaría sometida en caso de sismos. Esto último aunado a un mortero pobre compuesto de arcilla muy arenosa y poco ligera, solo puede producir un adobe que se raja al menor esfuerzo, en especial si es escaso de paja en su fabricación o si la mezcla ha sido mal

batida o si sus dimensiones son inadecuadas; es decir, se obtienen adobes con deficiente técnica de producción.

- Generalmente el sistema de techado como se dijo consiste de un entramado de vigas de madera y caña que recibe una torta de barro, sobre la cual se colocan las tejas de arcilla como se puede deducir son bastante pesados y faltos de resistencia al choque, además de no estar fuertemente empotrados en las paredes que les sirven de apoyo. Es bien probable que su peso inicial haya aumentado con los continuos resanes y la acumulación de nuevas cantidades de barro después de cada año lluvioso, lo que produciría un exceso de espesor y peso pero no de resistencia, esto se observa claramente en los volados de los techos donde muchas unidades (tejas) se han caído ó se han movido por la perdida de adherencia del barro como consecuencia de los sismos pasados y del intemperismo.

- Dimensionamiento incorrecto de los muros, poco espesor y excesivo largo y alto. Las edificaciones que más han sufrido los daños de sismos pasados son las de dos pisos ($H=+9$ metros) por su mayor altura y masa(con o sin contrafuertes); y las que tienen vanos demasiado altos o mal ubicados cerca de las esquinas, así como deficiente empotramiento de los dinteles. Otra muestra de lo anterior se observo también en las paredes medianeras de adobe, que se agrietan en casi toda su altura; así como en las fachadas enlucidas con barro o yeso que se rajaron también sin excepción. Hay que resaltar también que los muros que no tenían la protección adecuada contra la erosión producida por las lluvias y los vientos sufrieron las mismas consecuencias.(foto 3)

- Otra falla es la fractura que puede sufrir a lo largo del entrepiso de las edificaciones de 2 pisos, por ser este una línea de menor resistencia, debido al debilitamiento que sufre el adobe o tapial al tener perforaciones para sostener las vigas de madera que sirven de apoyo al entrepiso.(foto 4)

*- Los cimientos de este tipo de construcciones por lo general son de barro y piedra presentando por lo tanto una base débil que no garantiza un buen comportamiento sísmico de la edificación. Este tipo de cimentaciones constituyen un serio peligro ya que las aguas pluviales llegan a erosionar las bases de los muros provocando su deterioro prematuro. Es por ello necesario mantener un fluido drenaje de las calles y evitar los aniegos, las que estarán favorecidas por la topografía del terreno. Hasta el momento el suelo ha respondido sin mayores consecuencias las ondas producidas por los sismos anteriores, llegandose a sentir solo hasta el grado **VI MM** como máximo según los registros del Instituto Geofísico del Perú.*

- Se debe mencionar además que muchas de estas edificaciones tienen una antigüedad en promedio superior a los 50 años, y que producto de sismos anteriores , el intemperismo y uso de materiales con alto contenido de arena, quedaron debilitadas siendo las de mas de 1 piso



Foto 3: Vista lateral y frontal de una edificación en el que se observan los muros de confinamiento que son muy amplios entre columnas, sin vigas de confinamiento con dinteles y entrepiso de madera, con techo pesado de tejas de arcilla, con torta de barro y listones de madera.



Foto 4: Vista interior de la edificación anterior en el que se observa las vigas de madera que sirven de apoyo al entrepiso de madera, creando una zona de debilidad potencial en el área de influencia de los listones que hacen las veces de viguetas en un techo del tipo aligerado.

(2° y 3° piso) las que más han sufrido por su excesiva altura, encontrándose algunos de ellas inhabitables en su segundo nivel actualmente.

- El tapial por sus dimensiones es un material completamente insuficiente para resistir los sismos. Se observaron los mismos defectos que en el adobe y se observaron que muchos de los intentos de reparación consistieron en remplazar los muros dañados por muros de ladrillo, conformando una estructura mixta de dos materiales que se comportan independientemente; en otros casos la reparación consistió en aplicar una capa de revestimiento de mortero de cemento-arena para cubrir las grietas.

- Existen también obras ornamentales altas y de pequeñas dimensiones, como cornisas y molduras, que están fijadas débilmente a las fachadas de los edificios (Cine Colonial). Es necesario asegurarlas fuertemente o disminuir sus dimensiones.

6.8.2.- Edificaciones de ladrillo y concreto

- Las edificaciones de ladrillo y concreto tratan de seguir los procedimientos constructivos convencionales. Sin embargo, no se ha tomado en cuenta la calidad de los agregados en la preparación de los morteros. En efecto, el hormigón que se utiliza, se obtiene del río Mantaro, el cual presenta escorias de los altos hornos de la Oroya y de otros relaves mineros.

También se emplea el hormigón del río Yacus el cual contiene cálicas que son perjudiciales para la construcción. A esto hay que agregar la baja calidad de la mano de obra, la no existencia de la piedra chancada, la disponibilidad de ladrillos de baja calidad, entre otros factores. En suma, se obtienen muros con una débil ligazón del mortero entre las unidades de albañilería, y que se convierte en una fuente crítica de debilidad.

- Existen edificaciones que se han efectuado con cimentaciones en suelos débiles (suelos de relleno), esto se observó en una Iglesia Protestante ubicada en la intersección de San Martín y Tarapaca dentro de la Zona Monumental establecida por este estudio, y que presenta grietas y fallas en los muros del primer nivel debido al asentamiento diferencial de la cimentación.

- Existen edificaciones de ladrillo que no presentan ningún tipo de refuerzo como columnas y vigas de arriostres. La única condición que le da cierta estabilidad a sus muros (hasta cierto punto esto se cuestiona) es que están asentados las unidades de albañilería de cabeza en todos sus niveles o por lo menos en el primer nivel para aquellas de dos o más pisos incluso se pudo ubicar viviendas de este tipo hasta de 4 pisos. Estas edificaciones son bastante susceptibles a daños debido a su baja capacidad resistente a tensión y cortante. Una reducción más amplia en la resistencia de tales muros así como concentración de esfuerzos, ocurre en las aberturas de puertas y ventanas.



Foto 5: En la vista se observa la deficiencia en las conexiones entre techos, muros y cimentación, pues el confinamiento de muros está muy espaciado, las columnas no llegan a todos los pisos superiores, y la viga solera y/o de amarre del piso superior no existe.



Foto 6: En la vista se observa como los ladrillos están asentados de cabeza en el primer piso y de soga en los otros pisos; como una forma equivocada de poder reemplazar las columnas y vigas de confinamiento donde no existen. También se puede ver las vigas de madera que sirven de apoyo al entrepiso.

- En otros casos se ha observado que no existe una buena conexión entre muro y muro y techo-muros y cimentación, pues el confinamiento de muros está muy espaciado (más de 4 metros) ó las columnas no llegan a todos los pisos superiores.(fotos 5 y 6)

Esto desarrolla grandes fuerzas sísmicas en los niveles de techo y pisos superiores, debido a la fuerte concentración de los pesos, así como la amplificación de la aceleración del suelo en los niveles altos. Es decir, si los elementos usados en el techo o pisos no son interconectados apropiadamente y si las grandes fuerzas sísmicas no son transferidas adecuadamente a los muros portantes y/o a los pórticos a través de conexiones adecuadas entre ellos; el techo y pisos serán dañados severamente su colapso total debido a que no tendrán comportamientos estructurales satisfactorios ante los sismos.

- Se presenta también que las edificaciones por lo general se construyen sin proyectos de diseño, y se realizan según el criterio del maestro de obra, introduciendo muchos defectos de estructuración; creandose zonas de concentración de esfuerzos, como columnas cortas, escaleras con pasos y contrapasos fuera de la norma standard, asimetría de las plantas entre otros. Por ejemplo las edificaciones asimétricas desarrollan fuerzas adicionales de corte debido a la torsión y alabeo que se manifiesta en las esquinas de las aberturas y en las esquinas débiles de los muros. En general hay que tener presente que los cambios súbitos de masa y/o rigidez, tienden a desarrollar una distribución desfavorable de las fuerzas y concentración de esfuerzos.

-Se presentan también edificios de albañilería armada de gran altura; pero que rompen con el contexto Urbano de la Ciudad al no presentar techos de dos aguas y no estar en altura proporcional con el ancho de las calles donde se ubican. Estas viviendas presentaron aniegos perjudiciales en el interior del inmueble si es que no cuentan con ductos de evacuación de aguas pluviales.(foto 7)

Por lo visto anteriormente es necesario presentar una serie de recomendaciones para una buena construcción con estos materiales y que se derivan en su mayoría de lo opuesto de los defectos que hemos señalado. En las fichas de vulnerabilidad presentada en los anexos, se anota el porcentaje que se ha determinado para los diferentes tipos de coberturas encontradas dentro de la Zona Monumental pues este elemento constructivo es un factor que ha tenido influencia en la respuesta sísmica de la edificación en sismos anteriores en localidades vecinas. (foto 8)

6.9.- Estado y vulnerabilidad de la Infraestructura de los servicios vitales

Los servicios vitales de una ciudad comprenden las redes de agua potable, alcantarillado, obras de captación, planta de tratamiento, reservorios y energía eléctrica.



Foto 7: En la vista se presenta una edificación de las varias que se pueden encontrar en la ciudad y que rompe con el contexto urbano, al no presentar techos de dos aguas con tejas el cual cumple también una función de protección contra las lluvias.



Foto 8: En la vista panoramica se aprecia el predominio de los techos de dos aguas con tejas. Es una cobertura muy pesada que lo convierte en un factor de vulnerabilidad si se encuentra sin mantenimiento actualmente.

Como una medida de prevención se establece la posibilidad de construir no solamente una fuente de abastecimiento, sino varias (más de 2) y además, ubicarlas en sitios distantes y sobre terrenos geológicamente distintos y estables, y si es posible encontrarlos solo en una región delimitada previamente.

Para el caso de la ciudad de JAUJA la puesta en marcha de la construcción de un segundo reservorio en la localidad de Huertas cumpliría la anterior medida de prevención. Esto ultimo, en la eventual posibilidad de producirse una interrupción del servicio en la areas vecinas a las tres fallas geológicas probables (lineas segmentadas) que han sido planteadas en el capitulo referido a la geología de la zona. Otra fuente alternativa de emergencia sería la utilización de pozos profundos artesianos que por el momento no tiene aplicación y difusión en la zona.

De otro lado, otra recomendación que se plantea por parte de los ingenieros, es la que se refiere; a que la linea de las tuberías principales debiera ser tendida no solo en la dirección que la Hidráulica establece, sino ademas en direcciones convenientes geológicamente, a fin de que todas no sean destruidas por una defectuosa orientación, por los grandes choques sísmicos. Esto ultimo, se complementa con el material de los conductos de agua y desagüe pues este constituye también otro punto capital.(9)

Para el caso de Jauja vemos que dentro del Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado (1987) y cuyos objetivos son el de reestructurar las condiciones actuales del servicio(agua y desagüe); así como ampliar la cobertura para los años 1995 y 2005 tanto en la parte baja como alta de la ciudad, se debiera dar prioridad al cambio de tuberías más antiguas pues muchas de ellas ya cumplieron su tiempo de vida operativo (+50 años en la Zona Monumental). Por esta razón se preferirá que los tubos sean de fierro laminado y de concreto(o de P.V.C. en el peor de los casos) y se ubicaran en las zonas críticas de acuerdo al plano de fallas geológicas de la zona de estudio. Además, se les dotará de uniones flexibles en aquellas partes del suelo que se encuentran en el contacto de dos clases diferentes de terrenos (firme y blando), que serán capaces de seguir las vibraciones del suelo sin romperse, segun experiencia de los terremotos de Japon y EE.UU. Otra alternativa sería proyectar sistemas de "circuito cerrado" de canalizaciones y de cañerías de suministro para todas las partes diferenciadas de una zona urbanizada. Este sistema en comparación al de "extremos cerrados" (convencional) ofrece la ventaja de que cuando se rompe una cañería determinada, puede continuar el abastecimiento en otra dirección. También se ha establecido que en las zonas propensas a terremotos e inundaciones ofrece más ventajas la construcción de "sistemas separados" de alcantarillado doméstico y de drenaje de las aguas de lluvia que los sistemas combinados. En nuestro caso, si se da esta posibilidad; pues la topografía del terreno contribuyo a esto. Como se trata de una región donde se registran lluvias estacionales, las pistas de la red vial cuentan con cunetas ó zanjas (sistema de drenaje) que las protege de las inundaciones. Por ello, en caso de ocurrir un terremoto que pueda destruir algunas tuberías del sistema de agua o desagüe se podría

utilizar este sistema para evacuación de las aguas superficiales en casos de emergencia. Hay que tener presente que estas canalizaciones que corren por la ciudad, forman parte importante en el sistema de evacuaciones de ella. Se ha comprobado en la visita de campo que estas zanjas resultan ser pequeños, en algunas vías ante el volumen de aguas pluviales que se registraron ese año (Enero, 1994), razón por la cual se ha determinado un alto riesgo de inundaciones en ciertos sectores de la ciudad (principalmente en la Zona Monumental) así como en el Tajamar (en toda su longitud hasta desembocar en el río Yacus). Por tanto se recomienda un servicio de mantenimiento de los colectores ya existentes y dotar de una configuración topográfica y capacidad de recepción adecuadas a los proyectados en la red vial para protegerlos de las inundaciones.

Por otro lado, los sistemas locales de suministro eléctrico deberán quedar incorporado, siempre que sea posible, a un sistema más amplio a escala regional ó nacional. Si esto no resulta posible; deberá hacerse lo preciso para que el sistema disponga de más de una fuente de suministro y líneas supletorias de transmisión (alta tensión)

Al diseñar las subestaciones hay que tener en cuenta, previsiones sismo-resistentes en el caso de ocurrir un desastre, y no queden fuera de servicio. En tal caso, debe preverse el estudio de provisión alternativa de energía. Las líneas de alta tensión de suministro de Energía Eléctrica deberá contar con una zona de servidumbre de paso para salvaguarda en forma de una franja de terreno abierto, sin edificaciones de ninguna clase.

En caso contrario, prohibir que esas líneas pasen sobre los tejados de los edificios residenciales, establecimientos industriales y zonas de almacenamiento.

Además los edificios públicos como los hospitales, clínicas, compañía de bomberos y otras edificaciones vulnerables de la ciudad, deberán contar con fuentes propias de suministro de energía eléctrica en casos de emergencia. Finalmente las vías públicas principales y las carreteras de evacuación deberán tener sistemas de iluminación de emergencia que se alimenten de fuentes de suministro independientes y siempre que sea factible las líneas de conducción eléctrica deberán pasar bajo tierra. Los postes de alumbrado deben ser lo suficientemente fuertes para resistir el viento y los temblores de tierra. En los mapas temáticos 6.14 y 6.15 se observan las redes de agua y desagüe de la ciudad, la tubería existente y proyectada así como el abastecimiento del agua por sectores.

Los servicios vitales constituyen un área muy grande de estudio, además de esto la información del estado actual de estos servicios es muy escasa. Los datos que se encontraron en los organismos pertinentes no representan en gran parte, la realidad. Sin embargo, describiremos las características más importantes de este aspecto, basados en el apoyo de los técnicos del lugar y las visitas de campo.

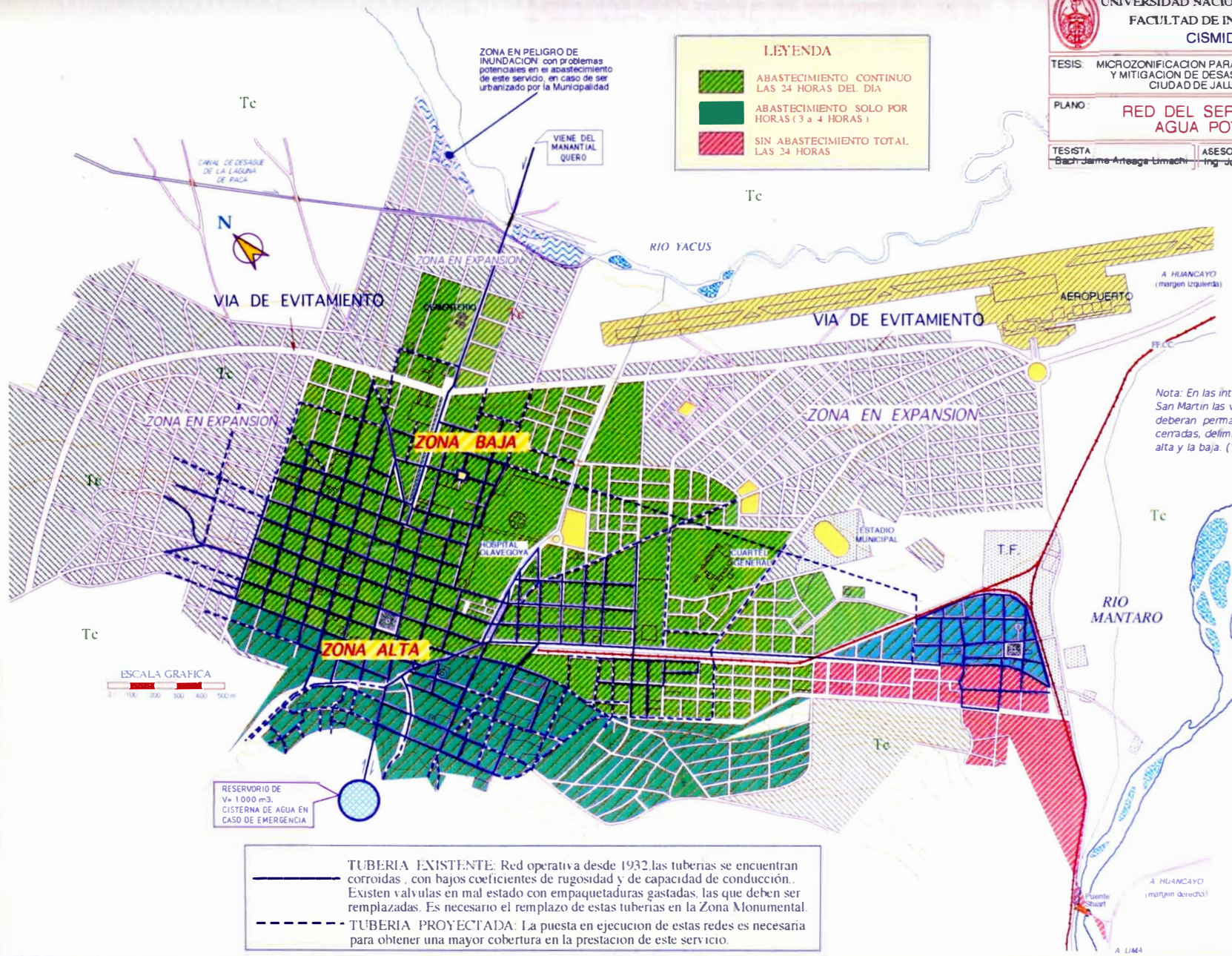
1) Con respecto a la red de desagüe esta solo , existe en la zona central de la ciudad, es decir en un 60% del área urbana. En el resto se usan los pozos sépticos. El grave deterioro de la

LEYENDA

-  ABASTECIMIENTO CONTINUO LAS 24 HORAS DEL DIA
-  ABASTECIMIENTO SOLO POR HORAS (3 a 4 HORAS)
-  SIN ABASTECIMIENTO TOTAL LAS 24 HORAS

ZONA EN PELIGRO DE INUNDACION con problemas potenciales en el abastecimiento de este servicio, en caso de ser urbanizado por la Municipalidad

VIENE DEL MANANTIAL QUERO



Nota: En las intersecciones con la calle San Martin las valvulas existentes, deberan permanecer totalmente cerradas, delimitandose asi la zona alta y la baja. (VER PLANO DE CALLES)

— TUBERIA EXISTENTE: Red operativa desde 1932, las tuberías se encuentran corroidas, con bajos coeficientes de rugosidad y de capacidad de conducción. Existen valvulas en mal estado con empaquetaduras gastadas, las que deben ser reemplazadas. Es necesario el reemplazo de estas tuberías en la Zona Monumental.

- - - TUBERIA PROYECTADA: La puesta en ejecución de estas redes es necesaria para obtener una mayor cobertura en la prestación de este servicio.



TESIS: MICROZONIFICACION PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES DE LA CIUDAD DE JALUA

LAMINA:

PLANO: RED DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

6.15

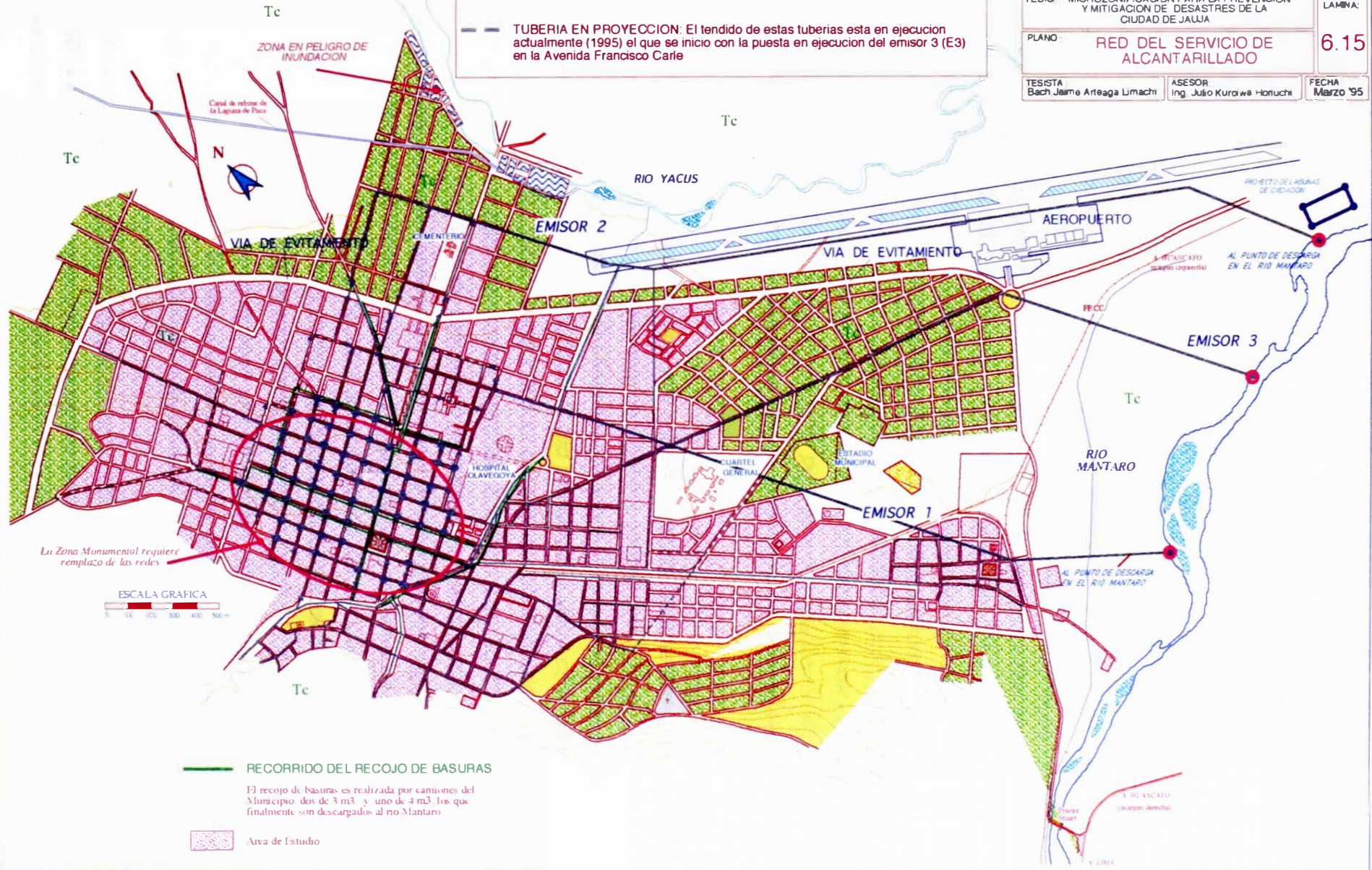
TESISTA: Bach Jaime Arteaga Limachi

ASESOR: Ing Julio Kuroiwa Honuchi

FECHA: Marzo '95

TUBERIA EN OPERACION: Instalada en 1932, esta compuesto de 9 colectores de diametro variable (8" a 10") y de 3 emisores [E1-12", E2-12", 14", 16", E3-14"] los que descargan directamente al rio Mantaro. Se requiere la construcción de Lagunas de estabilización de 4.0 Has. para una población de 20000 hab., el que estaria ubicado a 1000m de la ciudad

TUBERIA EN PROYECCION: El tendido de estas tuberías esta en ejecución actualmente (1995) el que se inicio con la puesta en ejecución del emisor 3 (E3) en la Avenida Francisco Carle



RECORRIDO DEL RECOJO DE BASURAS

El recojo de basuras es realizada por camiones del Municipio, dos de 3 m³ y uno de 4 m³ los que finalmente son descargados al rio Mantaro

Arca de Estudio

red se debe a factores como la antigüedad de las redes, calidad del suelo, etc y que se evidencia por la constante rotura de las tuberías en la zona central (ver lamina del estado de las vías de comunicación) produciendo aniegos, sobretodo en las zonas de intersecciones de calles por lo general. El estado de las mismas no se puede llegar a evaluar sin abrir, ya que al realizar las muestras de suelo se ha detectado que existen rellenos en casi todo el área urbana que van de 1,5 m. a 5,0 y mas metros, lo que puede en cualquier momento crear un grave problema, haciendo además excesivamente costoso su cambio, ya que se tendria que excavar por tramos cortos.

Según los técnicos la red ya cumple su período de vida útil (+ de 63 años pues las tuberías se instalaron en 1932) y las reparaciones consiste básicamente en el parchado o resane (machones) de las tuberías defectuosas y no en su remplazo. Por otro lado las aguas servidas son conducidas finalmente a traves de 3 emisores (E1- ϕ 12" / E2- ϕ 12"-14"-16") siendo el último emisor el E3, puesto en operación actualmente (1995). La evacuación directa de estas aguas contribuye a contaminar el río Mantaro. Actualmente no existe un tratamiento de las aguas servidas previo a su deposición en el río Mantaro, razón por la cual es necesario su pronta ejecución para evitar la continua contaminación descontrolada y que afectaria a este importante recurso. Es necesario realizar un programa de capacitación técnica dirigido a la población para la utilización de letrinas y pozos sépticos hasta cubrir totalmente la demanda de su servicio.

2) La red de agua presenta el siguiente estado. La ciudad cuenta con este servicio desde 1932, cuando se instalo un reservorio de 1000 m³. ubicado en la parte alta de la ciudad a 500m de la plaza principal. La red esta tendida sobre la zona baja y alta de la ciudad y se distribuyen principalmente a través de la red primaria que viene de la linea del manantial Huajaco-Quero y del Yurac-Cunya y que se conecta con el reservorio existente en la parte alta de la ciudad; a partir del cual se distribuye a lo largo y ancho de la zona consolidada. Estas aguas no requieren de tratamiento para ser distribuidas, pues es obtenida de estos Manantiales. Hay que destacar que el consumo de agua esta restringido en ciertos sectores debido a la ausencia del tendido de la red de servicio; de estaciones de bombeo y reservorios apoyados (tipo Intze) que permitan la continuidad del servicio en la zona de estudio. Actualmente la parte alta de la ciudad queda sin servicio de agua a partir del mediodia, lo cual se espera subsanar al dar servicio el nuevo reservorio (1500 m³) .De igual forma, el servicio es restringido totalmente en la zona alta de SAUSA. Es necesario ampliar las redes de distribución para cubrir los requerimientos actuales sobretodo en las áreas de expansión urbana, así como la construcción del nuevo reservorio que satisfaga la demanda al año 2005.

3) La red de energía eléctrica con una cobertura del 45% de la población y una producción de 7900 kws. instalados, que es suficiente para la demanda actual, pero que el factor económico va alejando a poblador cada día de la posibilidad de contar con este servicio. Por el momento

no existe riesgos en su servicio. La vulnerabilidad de estas instalaciones, de acuerdo al análisis realizado anteriormente se considera como de vulnerabilidad media; por tener un relativo estado aceptable y que podría colapsar parcialmente ante un fenómeno natural de graves consecuencias.

6.10.-Estado y vulnerabilidad de la Infraestructura vial y del transporte

6.10.1.- Vías de Transporte

Este sistema no solo es altamente vulnerable y esta expuesto a la destrucción por las fuerzas naturales, sino que además, al quedar paralizado, podría impedir cualquier operación de salvamento en gran escala.

La ciudad de JAUJA presenta aproximadamente el 25% de sus calles pavimentadas y el resto es de tierra (sin afirmar).

La zona pavimentada se ubica en la parte central de la zona urbana y alrededores de la Avenida Ricardo Palma a la entrada de la ciudad. Por lo general las vías pavimentadas son de concreto, existiendo pocas calles de asfalto. En las calles de tierra, se puede apreciar que alrededor de un 20% de estas tienen afirmado.

Casi toda la zona pavimentada presenta un estado de conservación de regular a malo, producto de las lluvias estacionales y por las probables fugas de las llaves o válvulas de servicio de agua y desagüe que constantemente las deterioran y que se observa especialmente en las intersecciones de las calles. Esto además es favorecido por las cargas de los vehículos pesados de alto tonelaje (de transportes y camiones) que transitan por estas vías troncales procedentes de Tarma y Huancayo. (Ver lamina N° 6.16 del estado de las vías). La causa de estas roturas tiene su explicación en el tipo de material del que esta conformado el suelo de la ciudad. En efecto, el suelo de la zona central urbana esta constituida por un material (lacustre aluvial) constituida por detritos finos (CL y CH según el SUCS) que como se sabe tienen una resistencia relativamente elevada en estado seco, debido al cementante arcilloso, pero que sin embargo puede perderla fácilmente al incrementarse la humedad y la estructura que este por encima de ella puede colapsar.

Por esta razón es necesario dotar de un buen sistema de drenaje en las calles, así como la reparación de las vías de acceso en la Zona Monumental y el cambio de las válvulas del servicio en los puntos más críticos (intersecciones). Para ello es necesario efectuar previamente un CATASTRO del estado actual de las conexiones de agua y desagüe así como de pistas. Durante el trabajo de campo se observaron asentamientos del terreno en las intersecciones de las calles principales de la Zona Monumental.

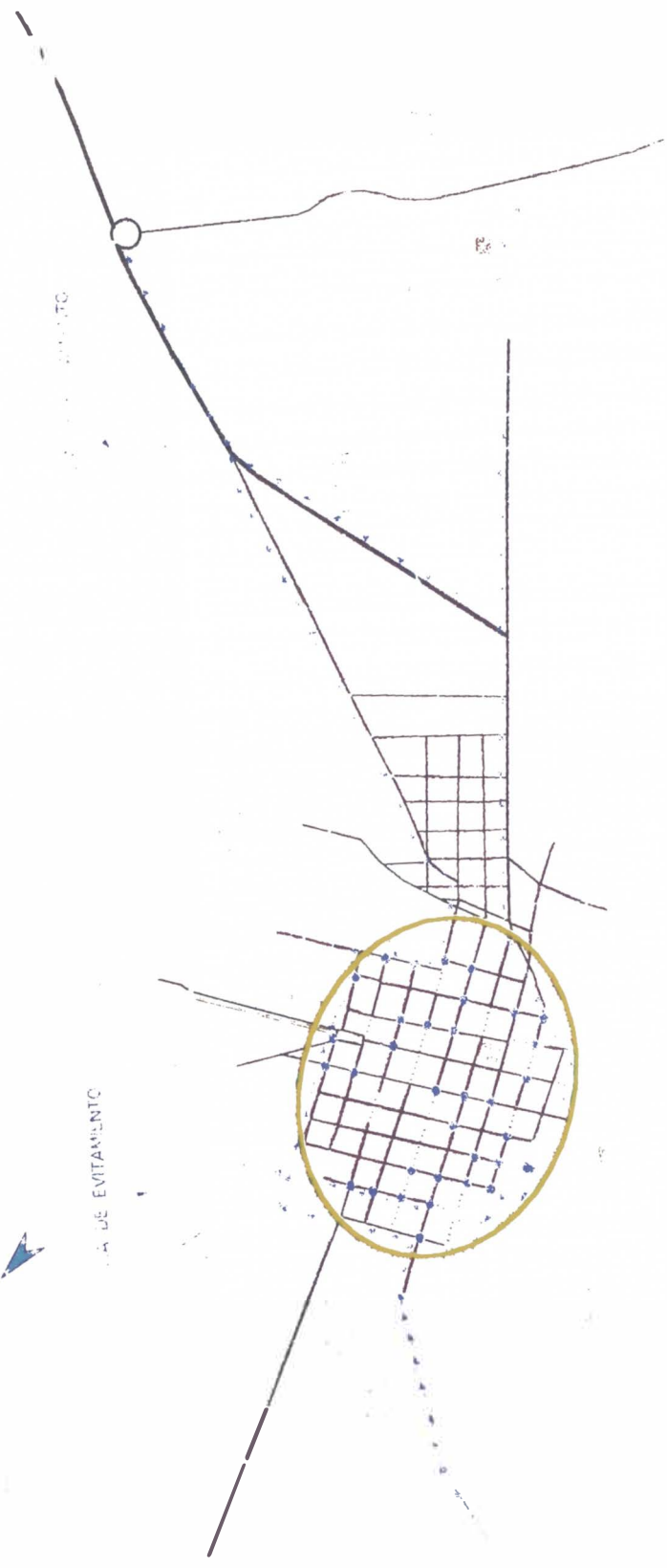
También se observo que existen algunas calles de tierra sin afirmar (75%) y que presentan una alta vulnerabilidad a la erosión por el escurrimiento de las aguas pluviales. (que se ve favorecida cuando la pendiente es pronunciada). Esto se vio principalmente en las zonas

El presente documento es de propiedad intelectual de la Universidad de la Habana y no puede ser reproducido ni distribuido sin el consentimiento expreso de la misma.

Fecha de emisión: 15 de mayo de 2014



LA DE EVITAMINIC



limites de Yauyos y Jauja (Jiron Huascar, Atahualpa, Alfonso Ugarte, Manco Capac, Bolognesi) así como en la prolongación de la Avenida Ricardo Palma a la altura de Sausa, donde las lluvias constantemente producen aniegos en esta vía de alto flujo vehicular.(10)

6.10.2.- Aeropuertos

Una catástrofe potencialmente peligrosa también en la zona es el desastre ocasionada por la caída de una aeronave. La experiencia ha demostrado que las zonas más vulnerables son las proximidades de los Aeropuertos principalmente en la prolongación de las líneas de despegue. Esto ultimo toma mayor vigencia en vista de que esta proyectado la ampliación del Aeropuerto de la ciudad "FRANCISCO CARLE" razón por la cual se convertiría en un elemento de alto riesgo de las zonas de Desarrollo Urbano proximas.

En estos casos deberá adoptarse medidas muy especiales a lo largo de las lineas de prolongación de las pistas de despegue; como por ejemplo:

- Aislar estas zonas mediante espacios abiertos que podrían ser cinturones verdes.
- Dentro de las franjas de terreno comprendidas en esas líneas de prolongación habrán de limitarse las alturas de las estructuras y aparte del cultivo agrícola, solo se recomienda su utilización para fines de almacenamiento.
- Prohibir la construcción de Viviendas y dotar de un colchón de seguridad de 500 m. (mínimo) al final de la pista.

6.10.3.- Ferrocarriles

Los empalmes ferroviarios deberán establecerse como sistema de vías directas, o mejor aún, como sistema circular con numerosas conexiones con la red nacional o regional de ferrocarriles en forma similar al sistema de red de carreteras. Hay que evitar en lo posible cualquier eventualidad que ponga en riesgo estas estaciones terminales pues tienen la desventaja de perder fácilmente su capacidad operativa por una interrupción en sus líneas debido a un terremoto o inundación e incluso por accidentes menores.

Se recomienda que las estaciones ferroviarias estén situadas en las zonas de menor riesgo y aisladas de otras zonas de desarrollo por cinturones verdes. Es importante resaltar en esta parte que la servidumbre de paso de las líneas ferroviarias deberá ser lo suficientemente ancho y que deba ser reservada (zona inviolable) a efecto de prevenir accidentes por descarrilamiento. Por su parte, la ciudad de JAUJA podría extender su red al NO hacia Tarma conectando de esta forma los Valles de Tarma y del Mantaro.

6.11.- Estimación del riesgo de desastre en la infraestructura vial, servicios vitales y edificaciones

De acuerdo al estado general que presenta la infraestructura vial y de servicios vitales y a las condiciones naturales que ofrece la ciudad, daremos una estimación de los principales sectores que presentan riesgos de desastre. Estos sectores son:

1) Existe un alto riesgo de destrucción de las calles que son inundadas por lluvias extraordinarias como según se gráfica en el Mapa de amenazas N° 8.1. Así vemos que las vías más expuestas son las de Jr. Atahualpa, Jr. Alfonso Ugarte y Jr. Manco Capac por ser el cauce antiguo del riachuelo Yacuran y que actualmente se encuentra ocupado por viviendas antiguas de adobe principalmente. Así también se constata que estas calles en algunos tramos no cuentan con asfaltado y canales de drenaje para las lluvias.

Otro sector vulnerable a inundaciones por lluvias es el que corresponde a las vías anexas al canal de evacuación del YACURAN que esta operando actualmente. Tal es el caso de las calles del Jr. Tarapaca, Jr. Cuzco, Jr. Puno, Psje. San Sebastian, Jr. 1º de Mayo, Jr. Ciro Landa (Zona alta de la ciudad) y también las calles : Av. Huarancayo, Jr. Huancayo, Jr. 28 de Julio. Jr. 25 de Abril, Jr. Villarreal, Jr. Leticia, Av. Francisco Carle, Jr. Caceres, Jr. Cahuide (Zona baja de la ciudad) e inclusive el AA.HH. Horacio Zevallos como se observa en el mapa de procesos; inundación que se registro este último año (1994) con grandes lluvias (después de una larga sequía) que afecto gran parte de la Sierra. Esta inundación se debio en gran parte también por la falta de mantenimiento de los canales de evacuación en ambos sectores que resultaron insuficientes para cubrir caudales altos. Por ello, todas estas calles tienen un alto riesgo de quedar inutilizadas ante fenómenos similares si es que no se toman las medidas correctivas del caso, como la limpieza constante (cada año) de los canales de evacuación por ejemplo.

2) En la red de agua y desagüe , los puntos y tramos de alto riesgo por estar ubicadas en zonas peligrosas son: En la intersecciones de las calles de la zona monumental específicamente donde se observa que el pavimento esta en mal estado(asentamientos) debido a filtraciones de las conexiones de agua y desagüe (uniones , válvulas) que por la antigüedad están perdiendo su eficiencia. (Ver lamina de estado de vías de comunicación). Esto se agrava aún más con el transito vehicular pesado que cruzan muchas de estas vías poniendo en peligro los ductos de conducción tanto de agua como desagüe.

Así también, las viviendas antiguas de adobe se ven afectadas al paso de estos pesados vehículos (de carga o de pasajeros) debido a que muchas de estas viviendas están debilitadas por falta de mantenimiento. Los tramos comprometidos son entre otros el Jr. San Martin, Jr. Bolivar, Jr. Junin, Jr. Sucre y Jr. Huascar principalmente. Para evitar el continuo deterioro de las calles (y de las tuberías como consecuencia) se plantea una ruta probable para el transito pesado, de tal forma que se evite la circulación de estos medios de transporte por la Z.M. y mantener restringida esta zona solo a determinados vehículos como se gráfica en el plano del estado de vías (Ver lamina N° 6.16)

3) Para el caso de las edificaciones además de estar expuesta a los fenómenos que se presentaron anteriormente, especialmente de las unidades de vivienda proximas a estos sectores por influencia, debemos agregar aquellas viviendas que tienen un riesgo alto frente a sismos que podrian ocurrir en el área de estudio, ante un probable sismo de intensidad VIII.

Las edificaciones que mas sufririan los efectos del sismo son aquellas cuyo estado de conservación sean las menos recomendables y las de mayor altura construidas de adobe.. (Ver mapa de amenazas Nº 8.1). Actualmente la edificación que ha dejado mayor evidencia de estos fenómenos sísmicos ocurridos en la ciudad en el pasado; es la Catedral de la Plaza principal que ha tenido varias refacciones en los últimos años (1947-1969) Para contrarrestar los efectos de un probable sismo de ocurrir dentro de la Zona Monumental en días de feria, se han ubicado áreas de refugio temporal de carácter inmediato puesto que las paredes libres son escasas en esta zona.

Esto, se agudiza más aún con el predominio de calles angostas y edificaciones de adobe de gran altura (como se indican en el plano de areas de evacuación) anulan una evacuación rápida en forma masiva. La vulnerabilidad de edificaciones en esta zona está circunscrita de manera especial en aquellas construcciones de gran antigüedad (más de 50 años) cuyas estructuras sufren un proceso de deterioro por el paso del tiempo, mala conservación, sobreuso y efectos de sismos anteriores. Las áreas de refugio temporal señaladas en el mapa anterior está conformada por áreas vecinas a edificaciones de poca altura (de un piso) y que están en moderadas condiciones de conservación. Estas zonas de refugio, están reforzadas con areas libres ubicadas en las afueras de la Zona Monumental a los cuales se llegan mediante las rutas de evacuación principal (de emergencia) que deben mantenerse libres de obstáculos y operativas sobre todo los días de ferias.

4) Existen también un área de riesgo por inundación debido al desborde del rio Yacus como consecuencia de las lluvias temporales. Esta se presenta en la zona de expansión del NE de la ciudad en dirección al eje de desarrollo Plaza de Armas-Sta. Isabel-Cementerio en el cual no se tomaron las medidas destinadas a prevenir que se produzcan situaciones de desastres causados por este fenómeno natural y que se acrecentaron por la acción del hombre al ser ocupadas con fines de habilitación urbana. El área inundada se gráfica en el mapa de peligros Nº 8.1. Además de estos riesgos sería oportuno señalar los que se podrian producir en las partes altas de la ciudad (zona de Yauyos) como consecuencia de deslizamientos y erosión superficial las que serían previamente tratadas con medidas de prevención y/o mitigación en las zonas que se grafican en el mapa de peligros Nº 8.2 y que consistiría en la pavimentación de todas las vías que actualmente se encuentran en vías de ser realizadas.

Finalmente se puede concluir que en la ciudad de Jauja, el riesgo de desastre en la zona consolidada es latente, agudizandose en algunos sectores si ocurre un sismo, y en otras si ocurre una inundación por desborde del rio Yacus y/o la incapacidad de los drenes de evacuación de las lluvias (canal Tajamar-Antiguo cauce y actual en operación) no solo por las

condiciones naturales desfavorables que presenta la ciudad (topografía) , sino también por el alto grado de vulnerabilidad de su infraestructura (antigüedad), vulnerabilidad que sigue aumentando por la falta de planes efectivos y prácticos de prevención.

6.12.- Conclusiones

1) La adquisición de tierras para Habilitación Urbana debe programarse en función de los Planes Urbanos y Regionales a largo plazo, así como la expansión y extensión del asentamiento debe orientarse en función de objetivos y criterios muy claros como son los desastres por inundaciones, terremotos, deslizamientos, etc. Esto beneficiaría al control de la expansión de los asentamientos y que puede ser apoyado mediante la función pública del diseño de redes de transporte ya que la ubicación de las vías de transporte es sumamente eficaz para determinar la dirección de la expansión.

2) La NORMALIZACION de los materiales de construcción se convierte en una de las medidas más importantes para la prevención de desastres, sin que ello signifique establecer restricciones a solo unos tipos, pero es esencial determinar jurídicamente la variación de calidad aceptable para cada material. Lo expresado es importante cuando se refieren a las viviendas de construcción propia (sin apoyo gubernamental) y que actualmente son las viviendas que más predominan en la política urbana. Y como se observa en la práctica, en general las viviendas de esa clase se orientan a menudo hacia las zonas más propensas a desastres y su construcción puede no soportar determinados esfuerzos. (por ejemplo el Conjunto Habitacional Rio Verde)

3) De las observaciones hechas en el campo se verifica lo siguiente:

a) Un buen porcentaje de estas calles que sirven para el comercio Ferial (ambulatorio) son muy angostas, de tal forma que cierran prácticamente el paso a cualquier vehículo, pues solo se permite el tránsito de peatones.

b) Se observó que las edificaciones que existen en estas calles son muy antiguas, pues pertenecen gran parte de ellas a la Zona Monumental y no presentan signos de mantenimiento últimamente (tejas sin fijar, fachadas con desprendimiento del estucado, tijerales humedecidos por la lluvia, etc.)

c) En los días de comercio ferial (miércoles y domingo) el flujo de gente que por ellas transita es alto y constante en todo el día (9 am. a 6 pm.) y se da principalmente en las calles que se muestran en el mapa temático de zonas de refugio en casos de desastre.

d) Tampoco existen áreas libres o viviendas bien estructuradas próximas a las zonas de concentración de personas, que podrían servir de refugio en caso de producirse un movimiento sísmico.

e) De igual forma de producirse una gran inundación como consecuencia de la falta de capacidad de las obras de drenaje de las calles de la ciudad como consecuencia de las lluvias torrenciales, se obtendría un efecto de graves consecuencias en la ciudad como el que se gráfica en los mapas.

Todos estos factores actuando al mismo tiempo pasaría a convertirse en lo que se llama la VULNERABILIDAD. Esto aunado al PELIGRO que lo da la Naturaleza como puede ser un sismo, de gran intensidad (V a VI MM según el mapa de aceleraciones para un periodo de retorno de 50 años dentro de la zona de estudio)ó una inundación por lluvias extraordinarias convertiría a estas zonas en potencialmente RIESGOSAS.

4) Las zonas con mayor grado de vulnerabilidad en la ciudad de Jauja es el casco central (sectores 3,7,4,6,2 de la Z.M. en ese orden decreciente.) dado el tipo de construcción y estructuración de las viviendas que es de mala calidad; predominando el material precario (adobe) ó en proceso de deterioro, trazo de vías angostas (8 metros) y carencia de areas libres y abiertas para refugios en caso de sismos. Pero en general, de acuerdo a la evaluación de la condición actual se deduce que los daños serian en forma proporcional a la condición en la que se encuentran las viviendas, preveyendose el colapso de aquellas que estén en la calificación de muy mal estado.

5) Seria deseable que se desarrollaran técnicas para la evaluación sísmica de estructuras antiguas, con lo cual se podría obtener información mucho más detallada de los sismos históricos; ya que generalmente se conserva una buena descripción de los daños en inmuebles importantes, como es el caso de las Iglesias (Catedrales,Conventos, etc) que sobreviven hasta nuestros días. Asi también podría concluirse por la antigüedad de algunas viviendas que se encuentran actualmente en uso, despues de haber resistido una serie de sismos en el pasado, que las amplificaciones de las ondas sísmicas no son muy significativas en la zona.

6) Se enfatiza la necesidad de obtener registros del movimiento local del terreno, para lo cual es necesario instalar acelerografos que permitan identificar posibles amplificaciones en la respuesta del terreno durante movimientos fuertes. Se recomienda también realizar sondeos profundos en el centro y fuera de la ciudad complementados con las mediciones de vibración ambiental (microtremores). Con esta información se podría hacer el análisis de peligro sísmico con leyes de atenuación locales así como las características propias de amplificaciones entre el terreno firme y los depósitos aluviales del Valle.

7) Las edificaciones de ladrillo y concreto tratan de seguir los procedimientos constructivos convencionales; sin embargo no se ha tomado en cuenta la calidad de los agregados en la preparación de los morteros. En efecto, el hormigón que se utiliza se obtiene del río Mantaro el

cual presenta escorias de los Altos Hornos de la Fundición de la Oroya y de otros relaves mineros que se encuentran dentro de la cuenca del Mantaro. También se emplea el hormigón del río Yacus el cual contiene calizas que son perjudiciales para la construcción. A esto hay que agregar la baja calidad de la mano de obra, la no existencia de piedra chancada, la disponibilidad de ladrillos de baja calidad entre otros factores. En suma, se obtienen muros con una débil ligazón del mortero entre las unidades de albañilería, y que se convierte en una fuente crítica de debilidad.

8) Es importante continuar con la evaluación de la capacidad sísmica de las construcciones de la ciudad, para poder mantener actualizada su vulnerabilidad y que permita realizar estudios de riesgo sísmico que permitan tomar decisiones más racionales.

6.13.- Recomendaciones

Recomendaciones en edificaciones de adobe y tapial

Las edificaciones de adobe y tapial, deben ser en lo posible de un solo piso, pues no están permitidas las construcciones de tierra de más de un piso. Es necesario que las autoridades correspondientes controlen el estricto cumplimiento de esta Norma, disponiendo que aquellas construcciones de dos ó mas niveles de tapial y adobe sean demolidas, hasta quedar en un solo piso. Las técnicas de construcción que se aplique y los detalles estructurales deben asegurar la transmisión de las fuerzas horizontales a través de todos los componentes estructurales, desde el suelo a la cubierta (techo). Entre otras medidas se recomiendan lo siguiente:

1) Emplear elementos de refuerzo y de arriostre como la "viga collar" colocada a nivel de dintel y de manera corrida y sobre todos los muros. Así se evitara fallas de los muros por flexión y corte. Esta viga collar constará de dos elementos horizontales de madera unidos por pernos a cada 40 a 50 cms.; a manera de estribos y cubierta con suelo-cemento de unos 15 a 20 cms. de espesor.

2) En las esquinas exteriores se prolongará los muros en unos 50 cms., que actuarán a manera de contrafuerte y servirá a la vez de anclaje a los elementos de la viga collar. Los vanos de las puertas y ventanas deben ser pequeños y alejados a un metro por lo menos de las esquinas. En general los vanos deben estar centrados.

3) Los muros deben estar arriostrados a cortos intervalos mediante la utilización de refuerzo vertical y horizontal que puede ser de caña u otro material apropiado. Los verticales servirán para transmitir los cortantes a la cimentación y los horizontales para impedir el libre

desplazamiento lateral de los muros. Los muros serán de una altura máxima igual a 8 veces su espesor, teniendo cuidado que los encuentros sean a escuadra y con buenos amarres, evitando los ochavos.

4) Los techos deberán ser lo más livianos posibles distribuyendo su carga en la mayor cantidad de muros y fijarlos adecuadamente a estos a través de la viga solera. Hay que tener cuidado en la pendiente y la longitud de los aleros del techo.

5) En cuanto a los suelos según estudios de ININVI, es posible utilizar aquellos cuyo porcentaje de arenas varíe de 55 a 75 % y el porcentaje de finos sea de 25% a 45% (limos, arcillas, etc.). Sin embargo, en ningún caso se aceptaran suelos con más del 17% de arcillas. Es recomendable también que el LL varíe entre 20 y 40 y el LP sea menor que 20 y el porcentaje de sales no supere el 0,2%.

Recomendaciones en edificaciones de albañilería y de concreto armado.

Dentro de ellas podemos distinguir las de sin refuerzos (albañilería sin confinar), las denominadas de hormigón armado (albañilería confinada) y las armadas con varillas dispuestas horizontales y verticales o semi-armadas (albañilería armada confinada).

6) En todos los casos de edificaciones de albañilería y de concreto armado, la cimentación será de concreto, el cual transmitirá la carga de los muros al terreno. La cimentación de los elementos de refuerzo será monolítica con la cimentación de los muros.

7) Los muros portantes tanto para albañilería armada, confinada y no reforzada, estará conformada de unidades sólidas de arcilla bien cocida, de color uniforme, sin resquebrajaduras y grietas u otros defectos que influyan en su durabilidad y/o resistencia. En el caso de unidades de albañilería de concreto, estas tendrán una edad mínima de 28 días antes de poder ser asentadas.

8) Los techos de las edificaciones de ladrillo y concreto estarán formados de losas aligeradas nervadas ó macizas, diseñadas y construidas de tal forma que exista un comportamiento integral de la estructura y asegure la transmisión de las cargas verticales y horizontales actuando como un diafragma rígido. En caso de que esta acción de diafragma no sea posible por tratarse de techos de madera (sin conexiones adecuadas), la distribución de la fuerza horizontal sobre los muros se efectuará en proporción a su área tributaria.

9) En las zonas sísmicas 1 y 2 (Ver plano sísmico del Perú) se limitará el uso de las construcciones de albañilería no reforzada a estructuras de un nivel. Además en las

edificaciones de más de un nivel se tratara en lo posible que los muros portantes encima del primer piso, estén directamente encima de los muros inferiores.

10) Se recomienda que en la UNCP (Univ. Nac. del Centro) se dicten cursos de Albañilería, donde se contemplen tópicos concernientes al adobe, tapial y albañilería confinada. Asimismo se debe recomendar al Ministerio de Educación la no aceptación para funcionamiento de Centros Educativos y Colegios (de educación inicial, primaria y secundaria), las viviendas antiguas y con el agravante de tener dos ó más pisos.

11) Por otro lado, las Normas Generales de la estructura vial urbana deben garantizar:

- a) Que cada distrito Urbano (Jauja, Yauyos y Sausa) ó parte de una zona urbanizada tenga por lo menos dos carreteras de acceso, siendo la segunda alternativa de ser factible lo menos costoso.*
- b) Debera evitarse que las vías principales libres, siempre que sea factible; crucen zonas de alto riesgo.*
- c) Hay que evitar que exista calles sin salida por ambos extremos (por ejemplo los Jirones Acolla, Arica, Salaverry, Hospital Olavegoya).*
- d) Tiene que haber accesos de emergencia a los patios interiores, dentro de los conjuntos residenciales, industriales, educativos y de otras índole.*
- e) En el diseño de las vias de comunicación se deben contemplar rutas alternas ya que en el momento de ocurrir un desastre no se puede evitar el colapso, sobretudo en el caso de los terrenos con peligro de licuación por actividades sísmicas. Se debe tratar de evitar el diseño de redes únicas troncales.*

Capítulo 7

PROCESOS DE DEGRADACION DEL SUELO Y CONTAMINACION AMBIENTAL

7.1.- Introducción

El objetivo de esta parte es determinar, así como identificar los procesos y fenómenos morfodinámicos que ahí se producen (erosivos de vertientes y degradación) a efecto de determinar las zonas de mayor ó menor estabilidad y de riesgo geomorfológico.

Complementariamente, se proporciona información sobre el impacto que sufre la Laguna de Paca en su entorno debido al intenso uso turístico, falta de conciencia ambiental y también de carencia de control por parte de las autoridades, que están deteriorando este Ecosistema. Algo similar, está sucediendo en el río Mantaro por ser punto de disposición final de aguas residuales de las industrias mineras así como de las poblaciones que se encuentran en sus márgenes. Se realiza también una revisión de la cobertura y uso de la tierra con fines de conservación. Para el análisis de estos puntos, se ha dividido en dos partes este capítulo, determinándose también algunas medidas para contrarrestar estos efectos.

A) DEGRADACION DEL SUELO

7.2.- Geomorfología

En terminos generales el área de estudio presenta una configuración geomorfológica variada, caracterizada por la ocurrencia de formas del relieve heterogéneo, en la que destaca las áreas de vertientes colino-montañas, regularmente empinadas y elevadas y la zona central depresionada o baja, de topografía plana que corresponde al área de la Laguna de Paca y la ciudad de Jauja.

Estos ambientes presentan asimismo una litología variada, según la formación geológica de bases, destacando rocas calcáreas de calizas, lutitas y volcánico-sedimentarias en las áreas de las vertientes y sedimentos finos aluvio-lacustrinos en el área depresionada ó plana lagunar; habiendo sido afectados en diversos grados por "tectonismo", con ocurrencia de plegamientos y fallamientos.

Por otra parte, entre los fenómenos morfodinámicos relevantes se tienen los erosivos de vertientes (surcos, cárcavas, pequeños deslizamientos, etc.) y en menor medida, los procesos de inundabilidad del área de la Laguna de Paca.(1)

7.3.- Rasgos Lito-estratigráficos y estructurales

Litológicamente, ocurren formaciones sedimentarias que van desde el Paleozoico hasta el presente. Las rocas más antiguas corresponden a lutitas y pizarras del grupo TARMA (Carbonífero Superior), expuestas en la margen izquierda de la Laguna y conformando sistemas colinosos. Sobre estas, yacen areniscas, limolitas y paquetes de volcánicos brechados del grupo MITU (Pérmico), expuestas en el Sector NE, en tanto que en la margen derecha ocurren con mayor exposición rocas calcáreas del grupo PUCARA (Triásico-Jurásico). Complementan la secuencia estratigráfica, pequeños derrames andesíticos del Terciario (Volcánico Calipuy), expuesto en las líneas de cumbres del NE.

"Los sedimentos no consolidados corresponden mayormente a arenas, limos y arcillas cuaternarias, que conforman el relleno del área depresionada o llanura lacustre aluvial; en cuyo seno se desarrolló la región de Paca". En menor proporción ocurren depósitos coluvio-aluviales al pie de las vertientes montañosas y depósitos fluviales (arena, limo, cantos rodados) conformando el lecho del río Mantaro.

Tectónicamente, el área presenta fuerte disturbamiento, precisamente como resultado de la Orogenia mencionada con ocurrencia de sistemas de plegamientos y fallamientos. Uno de estos sistemas en forma de fallamiento en "Blocks" del tipo "graben", habría constituido el control morfo-estructural para la configuración de la mencionada cubeta ó fosa que ocupa el área de la Laguna. Los sistemas plegados ocurren principalmente en las rocas Paleozoicas y Triásico-Jurásicas expuestas en ambos márgenes de la Laguna. Por su parte, entre las fallas destaca una de tipo inverso o sobre-escurrimiento, que ocurre en el Sector Norte, en cuyo eje

se alinea el riachuelo de Paca. (Ver plano de Fotointerpretación Geomorfológica). Subordinadas a esta, ocurren asimismo, otras pequeñas fallas, por lo común, delineando quebradas profundas. (1)

7.4.- Unidades geomorfológicas principales

Para esta parte se determinan las diferentes unidades que se encuentran comprendidas en la zona de estudio, las cuales se gráficas en el Mapa de unidades integradas de territorio [Ver figura 1]

PLANICIE LACUSTRE ALUVIAL conserva. (39, 42, 43, 45, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75)

Superficie de topografía plana no disectada, compuesta de detritos finos (arcilla, limo, arena), producto de sedimentación en ambiente lacustrino, que es parte del proceso de colmatación ó relleno de la cuenca cerrada ó fosa tectónica; esta corresponde al área central depresionada de la zona de estudio (área de la Laguna y zona adyacente plana)

PLANICIE LACUSTRE ALUVIAL- COLUVIAL, inclinada y disectada (47, 67)

Constituye las porciones terminales o marginales de la unidad anterior, que ha sido ligeramente más afectada por tectonismo y por ciertos procesos morfodinámicos, originándose una topografía ligeramente inclinada y ondulada de 4% a 10% de pendiente. Se encuentra parcialmente cubierta por materiales aluvio-coluviales no consolidados del Cuaternario. Constituyen áreas relativamente poco apropiadas para uso agrícola y otros.

COLINA ALTA ESTRUCTURAL INUNDACIONAL (48, 61)

Vienen a ser geoformas similares a las anteriores, pero de mayor elevación (hasta 200 m.) y pendiente (25-40%). Igualmente resultan de la deformación tectónica, representando sistemas de plegamientos ó estructuras falladas (blocks) que han sido parcialmente denudadas.

Las del sector Oeste (margen izquierda de la Laguna) ocurren en rocas de lutitas pizarrosas antiguas, en tanto que las del Sector Norte del poblado de Paca, corresponden mayormente a rocas carbonatadas. Están afectadas por moderada a fuerte erosión, con producción de surcos, cárcavas y eventuales pequeños derrumbes; estas áreas deben ser adecuadamente manejadas y/o protegidas.

VERTIENTE MONTAÑOSA TECTONICA-DENUDACIONAL, de moderada pendiente (29, 54, 59)

Son geoformas similares a las anteriores, diferenciándose básicamente por su mayor pendiente. Su litología dominante corresponde a calizas del Grupo Pucará (Triásico-Jurásico) expuestas en la margen derecha , y andesitas, brechas y areniscas del grupo Mitu, con cubiertas volcánicas en la porción NE. Están afectados por procesos erosivos de vertiente de moderados a fuertes. Constituyen ambientes regularmente estables.

VERTIENTE MONTAÑOSA TECTONICA-DENUDACIONAL, de fuerte pendiente (44, 52, 55)

Igual que la unidad anterior corresponde a vertientes montañosas igualmente elevadas, diferenciadas igualmente por su mayor pendiente (45-70% o más) configurando en algunos casos laderas muy empinadas a escarpadas. Su litología corresponde igualmente a calizas duras del grupo Pucará en la margen derecha; y lutitas pizarrosas y areniscas, en la margen opuesta. Ocurren también fenómenos erosivos moderados a fuertes (surcos, cárcavas, pequeños deslizamientos); estando también afectadas por fallamientos. Constituyen ambientes regularmente estables por litología, pero con serias limitaciones por pendiente, debiendo ser

considerado como áreas de protección.

SUPERFICIE DE EROSION PUNA (51, 56, 57)

Dentro de esta unidad se han considerado pequeñas superficies montañosas de suave pendiente (10-25%) y disección, correspondiente a las cimas o divisorias. En general resultan de la denudación parcial de antiguas unidades geológicas que han sido biseladas ó peneplanizadas regionalmente en el Mioceno Superior. Dicha superficie de erosión "Puna" (Mc. Laughlin, 1924), de alcance regional en el área ocurre sólo a modo de remanentes ondulados, mayormente edificados en calizas. Son áreas regularmente estables, limitadas por altitud.

SUPERFICIE DE EROSION PUNA, colmatada (53, 58, 60)

Son similares a las anteriores, por lo mismo que se derivan de estas; y básicamente consisten de pequeñas superficies de erosión, de menor pendiente (10-20%) y altitud, que han sido parcialmente cubiertas por materiales inconsolidados aluvio-coluviales más recientes y/o por productos. Estas unidades y las anteriores (en menor grado) están afectadas por procesos erosivos moderados a fuertes (surcos, cárcavas, pequeños deslizamientos, etc.). Constituyen áreas de relativa estabilidad geomórfica.

FONDO PLANO DE VALLE FLUVIAL (74)

Como tal se ha considerado solamente a la porción del actual cauce ó lecho del río Mantaro, que discurre en el límite Sur. Como es obvio, corresponde a depósitos fluviales del cuaternario reciente (arena, gravas, cantos rodados, limo, etc.) cuyo depósito obedece a los cambios del régimen del caudal de dicho río. Su pendiente es muy suave (- 4%), mayormente esta afectado por procesos de erosión lateral (socavamiento) y eventual anegamiento o sobrecolmatación de lechos con algunos desbordes o inundaciones. Constituye un área de protección, sin mayor uso.

LAGUNA (49)

Es el área actual del cuerpo o espejo de agua de la Laguna de Paca, y como es de suponer, ocupa la zona más central y baja de la depresión tectónica mencionada. Su origen hídrico se remonta a las fases glaciales pleistocénicas y a los consecutivos períodos pluviales y fluviales del Cuaternario, siendo probable asimismo, su eventual recarga subterránea. Es el área de mayor potencial turístico.

AREA HIDROMORFICA (TOTOTAL) (50)

Son las áreas que suelen encontrarse permanente o periódicamente anegadas, adyacentes al espejo de agua de la laguna; mayormente cubiertas por vegetación hidromórfica (tototal). Como es de suponer están sujetas a inundaciones; constituyendo áreas protegidas.

AREA URBANA Y PISTA DE ATERRIZAJE. (41, 68, 73)

Esta conformado por las áreas de los centros poblados principales, que propiamente no constituyen una unidad geomorfológica aparte, sino que coincidentemente se les incluye en la zona de la llanura lacustre aluvial; y como tal, sus características son iguales a ésta. Se le diferencia, por razones cartográficas.

Completan la configuración del relieve ciertos rasgos fisiográficos inherentes a las unidades geomorfológicas descritas; tales como: las líneas de cumbres de trazos redondeados de las cimas montañosas y superficies de erosión, los escarpes rocosos de las vertientes montañosas empinadas, los pequeños taludes de derrubios y coluvios de pie de monte, las

zonas de alteración intempérica con producción de sedimentos inconsolidados de los interfluvios colino-montañosos, y otros de menor significación.(2)

7.5.- Procesos y fenómenos MORFODINAMICOS

Entre los procesos y fenómenos morfodinámicos actuales de mayor incidencia en el modelado y comportamiento del área, se tienen los procesos erosivos de vertientes, por escorrentía hídrica superficial difusa a concentrada (pluvial y fluvial), con producción de surcos, cárcavas, pequeños deslizamientos, derrumbes y otros, siendo particularmente más sensibles los ambientes montañosos de mayor pendiente y litología inconsistente.[Lamina 8.2]. La erosión, aunque en promedio no es severa ó de gran magnitud, constituye uno de los impactos negativos, por la pérdida de suelos y cultivos, desestabilización de taludes y formación de cárcavas. Así también favorece al incremento de la carga sólida por sedimentación de la Laguna de Paca (colector final y principal), favoreciendo su colmatación y por tanto la disminución de su capacidad volumétrica, aumento de la turbidez de las aguas y otros efectos colaterales como la sedimentación e incremento de sustancias tóxicas.

Este panorama negativo, es favorecido por prácticas de cultivo u otras acciones antrópicas no adecuadas, principalmente en las áreas de mayor pendiente y litología incompetente. También se observa, sobre todo en las vertientes de la margen derecha de la Laguna, efectos erosivos más o menos intensos, incluso del tipo bad lands (superficie llena de cursos), aunque no muy generalizados, pero que es necesario un tratamiento especial.

Otros fenómenos que se deben tener en cuenta están constituidos por los periodos de inundación temporal por efecto del incremento del nivel del agua de la Laguna y del río Yacus y que esta ligado al fuerte incremento de las precipitaciones. Es necesario indicar al respecto que el espejo de agua de dicha laguna más bien habría descendido en promedio en estos últimos lustros, aunque no muy significativo pero que de seguir esta tendencia significaría una preocupación mayor por las implicancias de carácter ecológico, económico y social en el área.

Finalmente otros procesos morfodinámicos que estarían ocurriendo en el área, son los del tipo "karstico" por solución de los carbonatos de las cálizas, en los ambientes montañosos. En efecto, y debido a ello la Laguna de Paca tiene poca posibilidad de aumentar su volumen debido a la presencia de Tragaderos ó cavernas, con fuertes filtraciones en cálizas afectadas por este proceso.(karsticidad) .Esto por cierto imposibilita la alternativa del aprovechamiento mediante represamiento, quedando sólo al control y aprovechamiento por drenaje; previo estudio adicional Este proceso, sin embargo no ha sido suficientemente visualizado en la zona , presumiéndose que sean moderados. En estos ambientes se daría mayor infiltración. Aparte de los aspectos mencionados, en terminos generales, se puede considerar el área en su conjunto, como relativamente estable, desde el punto de vista de su conformación geológica y morfoestructural. Al respecto, debe tenerse en cuenta el carácter sismológico de la zona, considerado a nivel regional como de moderada probabilidad ó riesgo. Otro aspecto



Foto 1: En la vista se observa al fondo los efectos erosivos mas o menos intensos, incluso del tipo "bad lands", aunque no muy generalizados, pero que es necesario un tratamiento especial como la repoblacion forestal con especies nativas.



Foto 2: Al igual que la vista anterlorse observa la deforestacion de las margen izquierda de la Laguna de Paca, el cual constituye un impacto negativo por la perdida de suelos, cultivos, desestabilización de taludes y formación de carcavas.

complementario, se refiere a la actividad minera en el área, que según se ha podido observar, el potencial minero en la zona es muy limitado, siendo tal actividad virtualmente inexistente, y que esta circunscrita a pequeñas extracciones de materiales calcáreos y de construcción. Los denuncios mineros son igualmente escasos. y están ubicados fuera del área y también en pequeño número. Este hecho obviamente, favorece a los planes de desarrollo conservacionista.(1)

7.6.- Litología

Para esta parte se verán todo lo referente al tipo de material (piedra ó roca) del que esta compuesto las diferentes formaciones en el área de estudio y su correspondiente identificación en el Mapa de Unidades Integradas del territorio. A continuación se presenta las unidades comprendidas en la zona Norte del Valle del Mantaro.

MATERIAL LACUSTRE ALUVIAL (41,42,43,62,63,64,65,66,68,69,72,73,74,75)

Son sedimentos inconsolidados del Cuaternario, correspondientes al proceso de relleno ó colmatación de la cubeta de la Laguna de Paca (en ambiente lacustrino), con algunos períodos de acarreo fluvial mas intensos constituidos principalmente de detritos finos de arena, limo y arcillas, con menores proporciones de gravas u otros.

COLUVIO ALUVIAL (71)

Material no consolidado de limos, arcillas, arenas, gravas, etc., sin mayor selección y clasificación, producto de la erosión (sin gran transporte) geofomas montañosas adyacentes y/o del acarreo fluvial cuaternario.

SEDIMENTOS CARBONATADOS NO CONSOLIDADOS (9,11,16,19,27,30,45,53,55,57,58,60,67)

Corresponden a mantos de alteración, por intemperismo con muy pequeño transporte, a partir de rocas calcareas (cálizas) de las porciones elevadas adyacentes. Ocasionalmente contienen algunos fragmentos rocosos y otros materiales no diferenciados.

LUTITAS Y PIZARRAS (24,32,34,35,36,37,48)

Vienen a ser las formaciones estratigráficas más antiguas representadas por el Grupo Tarma (Carbonífero Superior); constituidas mayormente de lutitas pizarrosas, negruzcas con algunos horizontes calcáreos (calizas) Se presentan regularmente fracturadas, disturbadas y deleznable, y están conformando las colinas de la margen izquierda.

CALIZAS (1,2,3,4,5,6,7,8,17,18,20,21,22,26,28,29,40,44,51,52,54,56,59,61,70,76)

Representa los mayores afloramientos petreos del Nor-Oeste y la margen derecha de la Laguna (Vertiente Montañosa), que consisten en calizas blanquecinas, sillceas y dolomíticas, bien estratificadas, en bancos gruesos a veces plegados y escarpadas. Son regularmente compactas, aunque por su carácter soluble (por carbonatos), pueden tener limitación para fines de construcción. Corresponden al Grupo Pucará (Triásico-Jurásico)

SEDIMENTOS ARENO-LUTACEOS (46,47)

Viene a ser productos de alteración (por intemperismo y débil acarreo), a partir de las formaciones rocosas de

areniscas y lutitas anteriormente descritas. No tienen mayor clasificación y mayormente se presentan inconsolidados, de pequeña extensión.(2)

7.7.- La formación de cárcavas y medidas de control

Las cárcavas, son zanjas causadas por la erosión del suelo y que sigue generalmente la máxima pendiente del terreno y constituye un cauce natural en donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias. El agua que corre por la cárcava, arrastra gran cantidad de partículas de suelo, producto de la erosión.

Esta se origina cuando los terrenos son expuestos a la acción directa de las lluvias y de la escorrentía superficial; ocasionando inicialmente la remoción y el arrastre de las partículas del suelo por capas delgadas (erosión laminar). El agua a medida que va descendiendo por la ladera y debido a las irregularidades del terreno, se va concentrando formando pequeños canales los que a su vez se juntan y forman un canal mayor.

Con una masa de agua mayor y una velocidad que va en aumento, la erosión se va acentuando, formando inicialmente pequeños surcos, los que se van agrandando (horizontal y verticalmente) hasta que finalmente se forman las cárcavas, llamadas también zanjas, barrancos o torrenteras.(figuras 2 y 3)

7.7.1.- Control de cárcavas

La primera acción que se debe llevar a cabo para controlar una cárcava, es eliminar la causa que la origina para lo cual se tiene que efectuar trabajos a dos niveles:

A nivel de ladera ó area de drenaje, que en muchos casos resulta ser suficiente, cuando con las prácticas conservacionistas ejecutadas se controla ó anula el escurrimiento superficial en esta zona. En caso contrario, si después de haber tratado la ladera, sigue corriendo el agua por la cárcava, entonces se efectúan trabajos **a nivel de la cárcava misma**.(3)

a) Prácticas Conservacionistas aplicadas a nivel de ladera:

En esta parte todas las acciones se dirigen fundamentalmente a evitar ó controlar totalmente el escurrimiento superficial y permitir uniformemente su infiltración. Las prácticas apropiadas son:

- Repoblación de pastos y bosques con especies nativas
- Buen manejo de pastos (pastoreo de corta duración) y de bosques.
- Zanjas de infiltración en bosques y pastizales
- Terrazas de absorción
- Surcos en contorno
- Zanjas de desviación

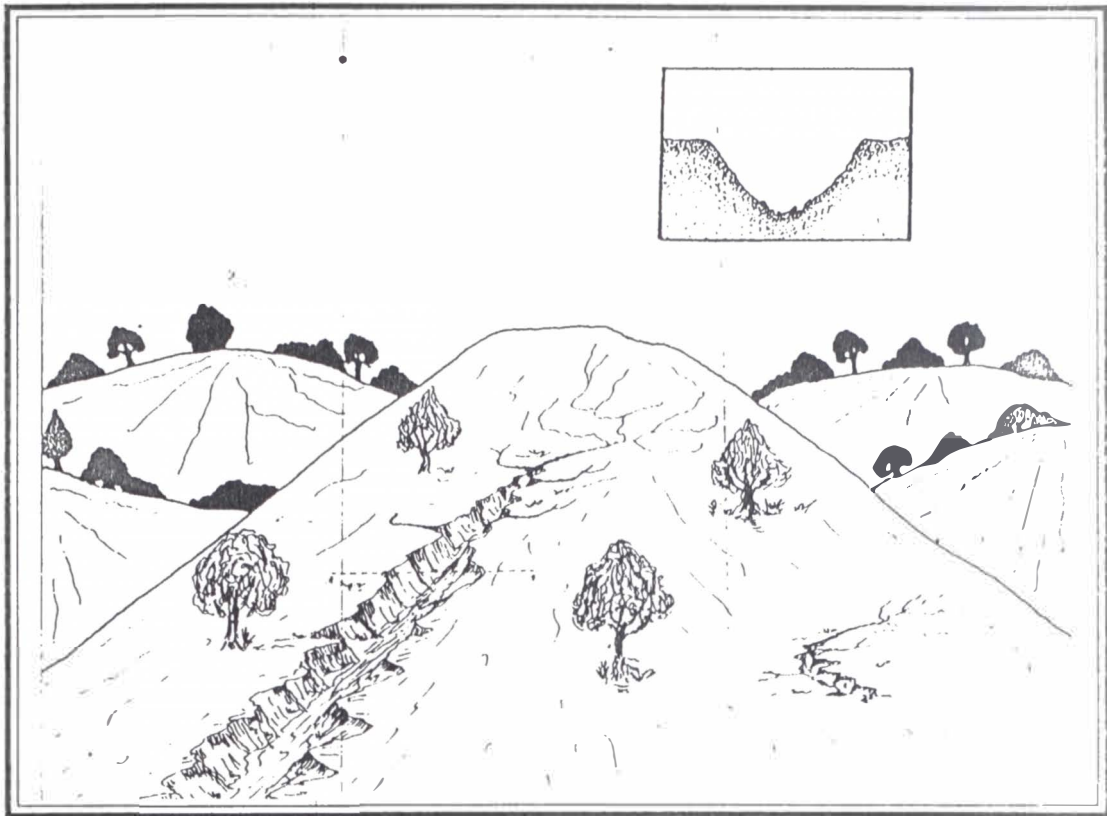


Figura 2: La cárcava es una zanja causada por la erosión del suelo y que constituye un cauce natural en donde corre el agua proveniente de las lluvias, arrastrando gran cantidad de partículas de suelo producto de la erosión.

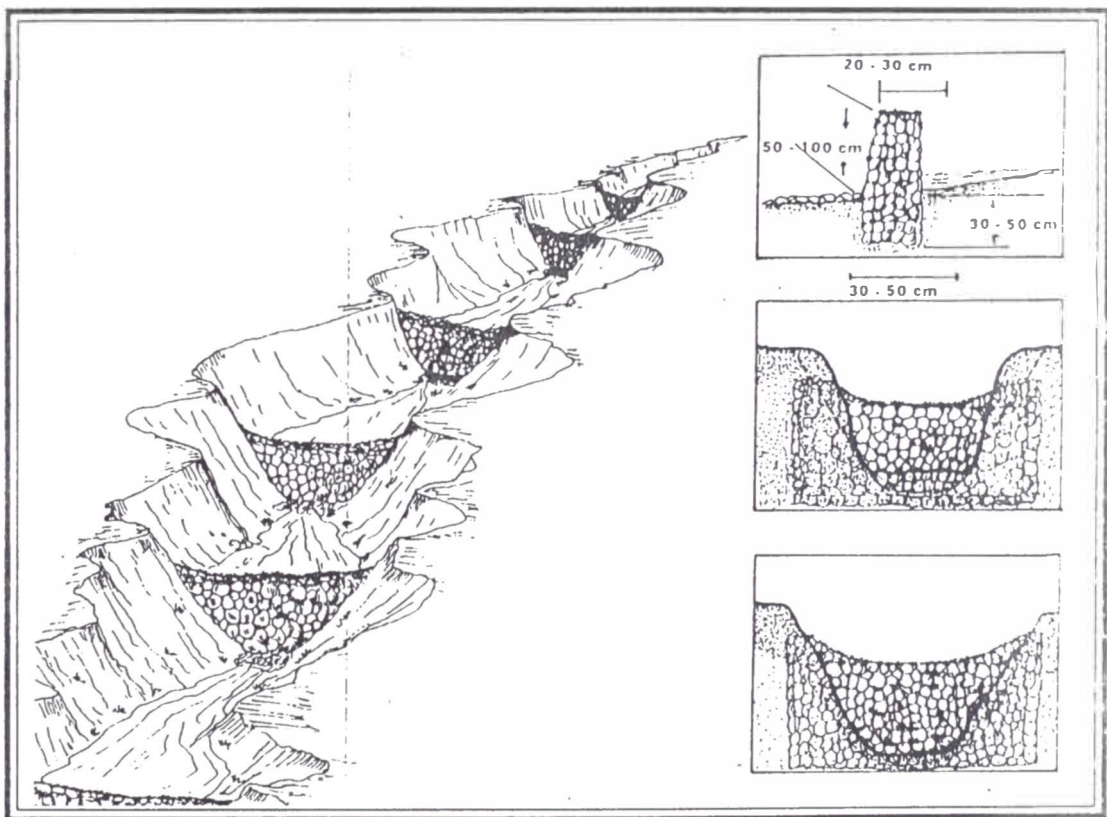


Figura 3: Los trabajos de construcción de diques transversales a las cárcavas y a lo largo de ellas, disminuyen la velocidad del agua y favorecen la desimentación de las partículas que lleva el agua en suspensión. Estas pueden ser de piedra, palos, de barreras vivas, etc.

b) Practicas a nivel de carcavas:

Estos trabajos consisten en la construcción o colocación de diques o pequeñas barreras u obstaculos transversales a la carcava, a fin de disminuir la velocidad del agua y favorecer la sedimentación de las particulas que lleva el agua en suspensión.

Los diques pueden ser hechos de sacos de arena y reforzada con champa, de piedra, de ramas y pajas, de palos, de barreras vivas, etc.

Un medio sumamente eficaz en el control de la carcava; es permitiendo el crecimiento de la cubierta vegetal, tanto en sus paredes como en el fondo de la carcava; evitando el pastoreo de animales a lo largo de la carcava y en la zona circundante a ella en un radio igual a 5 veces la profundidad de la carcava.

La construccion de los diques siempre se debe iniciar desde la parte más alta de la carcava hacia abajo, con el objeto de disminuir o controlar el escurrimiento superficial que se pueda presentar durante la construcción de los diques a lo largo de la misma (fotos 3 y 4)

B) CONTAMINACION AMBIENTAL

7.8.- Introduccion

Por el intenso uso turístico de la Laguna de Paca, este sufre un gran impacto en su entorno. En efecto, desde hace unos años han surgido y proliferado albergues y restaurantes que por interes comercial, falta de conciencia ambiental y también carencia de control por parte de las autoridades, están deteriorando el Ecosistema de la Laguna. Así se perciben como contaminan el agua vertiendo desechos sólidos y aguas servidas y a esto se agregan los derrames de combustible y lubricantes por parte de los botes que navegan por sus aguas.

Igualmente es notoria la contaminación sonora producida por los motores de las embarcaciones y la música estridente que producen los equipos de sonido de los recreos y restaurantes que se encuentran en sus alrededores que producen niveles de ruido que alteran el comportamiento de las aves y que afecta incluso su capacidad reproductiva. Esto se comprueba, por el hecho de que muchas especies migratorias (como los flamencos, avocetas, la polla sultana y otras especies más) hayan dejado de regresar y que es favorecida también por la caza furtiva, el recojo de huevos y el corte indiscriminado de la totora que son las causas para que muchas especies de la avifauna estén mermando de modo alarmante en este Ecosistema.

A todo esto, hay que agregar el aporte de los pueblos ribereños (Chuclú, Paca, Pancán) que contribuyen a la contaminación de la Laguna con la entrada de desechos orgánicos e inorgánicos y la continúa utilización de plaguicidas y fertilizantes químicos que aplican en las chacras circundantes. Además sus orillas se han convertido en verdaderas lavanderías populares, donde utilizan productos tóxicos como los detergentes que no son biodegradables.

Paca, la que fuera una hermosa laguna, esta hoy marcada por la degradación medio ambiental y en un futuro si no hacemos algo por revertir esta situación esto se convertiría en un desastre ecologico(4)

La información que se presenta en esta sección, cumple los fines de proporcionar conocimiento de la situación ambiental del área, así como de suministrar datos importantes para determinar la aptitud ecológica que debiera ponerse en ejecución una vez planificada la conservación de este Ecosistema.

7.9.- Hidrología superficial

Para esta parte, se realiza un diagnostico de los recursos hídricos dentro del ámbito de estudio, específicamente la LAGUNA DE PACA , el río Yacus y el río Mantaro, a fin de poder elaborar un plan de conservación y manejo de los Recursos Naturales en su área de influencia. Esta comprende el análisis de las siguientes condiciones.

7.9.1.- Características hidrologicas de la Laguna

7.9.1.1.- Cuenca de la Laguna de Paca

La cuenca hidrográfica de la Laguna , esta ubicada dentro de la cuenca del río Yacus (margen derecha), afluente del río Mantaro que cuenta con una extensión total de 371 kms². y descarga un caudal promedio anual de 2,9 m³/ seg.. El área de escurrimiento superficial y precipitación pluvial hacia la Laguna (desde las nacientes de la Quebrada de Mayupata hasta el inicio del dren de descarga al rio Yacus) es de 25.55 km². De este total 4.80 km². corresponden a la zona de la Laguna. La profundidad máxima de la Laguna es de 20 metros y el volumen de agua almacenada es de 44'620,000 m³. Su propia alimentación esta asegurada por tres manantiales ubicados en Pichapuquio que posee un caudal variable y permanente durante el año, y por las aguas de escorrentía superficial de la cuenca vertiente. La cuenca presenta una forma alargada desde las nacientes ubicadas a los 4000 m.s.n.m. hasta el espejo de agua, ubicada a los 3364 m.s.n.m., siendo la topografía muy abrupta. Existe un dren de descarga hídrica de la Laguna (efluente) hacia el rio Yacus, el cual se encuentra obstruido por la vegetación existente en su cauce y no contar con mantenimiento actualmente.

7.9.1.2.- Calidad del agua de la Laguna

Las aguas de las Laguna de Paca han sido evaluadas desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico en diversos estudios.

De acuerdo a esto se determina que las aguas presentan, altas concentraciones de nitratos

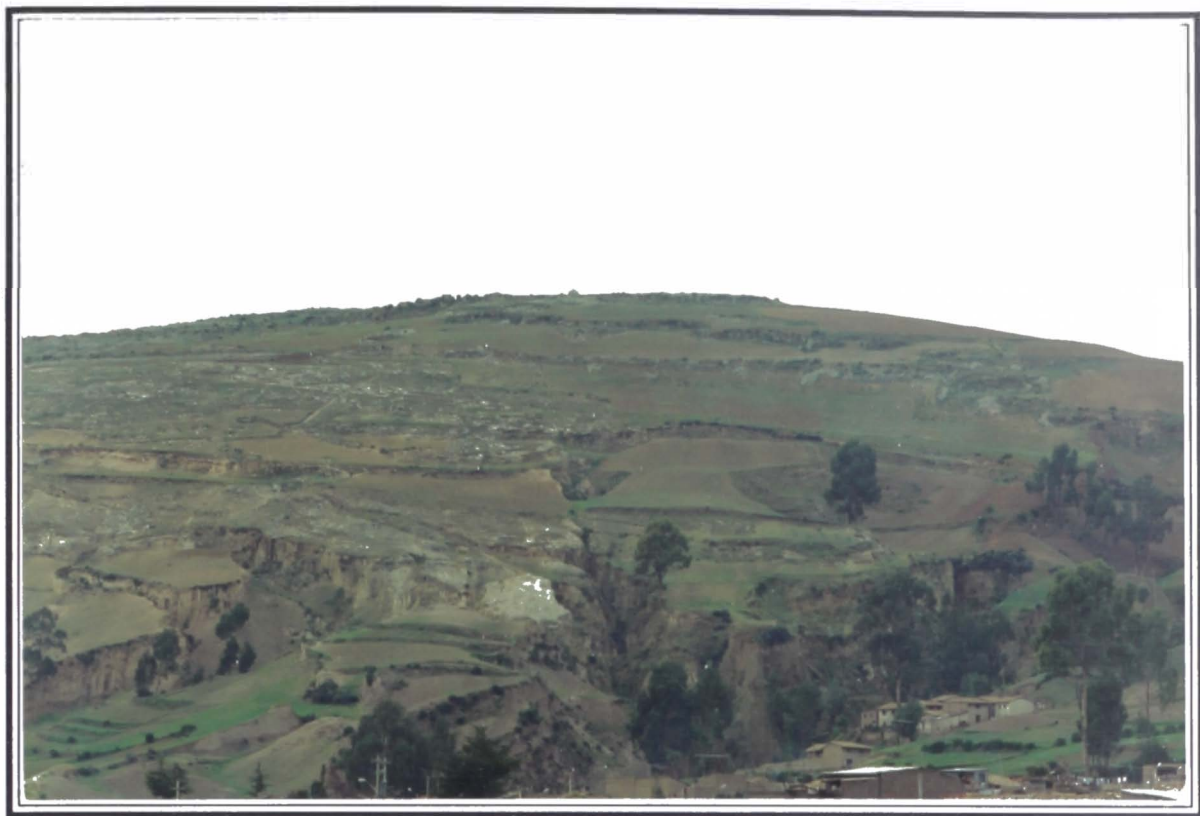


Foto 3: Las cárcavas es un fenómeno geodinámico que erosiona y modela la superficie (zanjas ó surcos) y se desarrolla en terrenos inclinados (laderas), con limitada cobertura vegetal y donde las lluvias son estacionales e intensas. Es necesario revertir este proceso, pues es el punto de partida de los flujos aluvionicos de gran capacidad de destrucción.



Foto 4: Vista de la zona alta de la ciudad en la que se puede observar la topografía accidentada y de pendiente alta que requieren de un buen drenaje y asfaltado de las vías para evitar su erosión y posterior asentamiento de las viviendas y calles.

(>45 ppm) y cromo (>0.05 ppm) (5) pues exceden los límites fijados por la OMS y la Ley General de Aguas del Perú para uso doméstico (Clase II) respectivamente.

La concentración de nitratos se debe al uso de fertilizantes nitrogenadas en la actividad agrícola desarrollada en las márgenes de la laguna , lugar desde donde llegan los residuos por efecto del escurrimiento hídrico y las del sílice y (CO_2) por causas de origen natural (substrato geológico de la Laguna silt arcillo-silicoso; cauce del río Mayupata: terrenos calcáreos.)

Asimismo, el mencionado estudio (5) indica que las altas concentraciones de materia orgánica y alcalinidad total, muestran una tendencia a la "eutrofización" de la laguna.

La **Eutrofización** como se sabe; consiste en un enriquecimiento excesivo de los elementos nutritivos del agua, que da lugar a una serie de cambios sistemáticos tales como; la producción perjudicial de algas y otras plantas acuáticas, el deterioro de la calidad del agua, aparición de malos olores y sabores desagradables y la muerte de peces por el consumo del oxígeno del agua que es debido a la descomposición de las algas y otras sustancias.(6)

En la actualidad en la Laguna de Paca es casi imposible encontrar peces; lo cual demuestra que el fenómeno se presenta con toda intensidad. Esta falta de oxígeno da lugar a contenidos excesivos de hierro y manganeso, lo que puede hacer difícil el tratamiento del agua.

Asimismo, se ha detectado elevados índices de concentración de bacterias **colls fecales** en rangos no permisibles para uso de agua potable según la OMS. Esto se verifica en las orillas del poblado de Paca (280 ppm) y en los recreos turísticos de Jalpalinja (74 ppm) donde la descarga de los desagües domésticos (aguas servidas son conducidos directamente a la Laguna) lo que en suma esta originando un desajuste ambiental y causado por acciones humanas (antropicas)(5).

7.9.2.- El río Mantaro

La calidad de los recursos hídricos, es fundamental conocer, para evaluar la potencialidad de su uso. Ultimamente este recurso se ve afectado por los diferentes emisarios que se vierten a las fuentes de agua por ingerencia de las actividades humanas y que merman su utilización para los fines a los que fueron destinados.(7) .Uno de los ríos más contaminados en el Perú es el río Mantaro. La red hidrográfica de la cuenca alto-andina del río Mantaro, sirve como punto de disposición final de las aguas residuales, tanto de las industrias como de las poblaciones que se encuentran establecidas en sus márgenes.

De la misma forma, el desarrollo industrial-minero acelerado en los últimos años, (que se inicia el siglo pasado) ha contribuido a aumentar aún mas el grado de contaminación de estas aguas debido a que la intervención humana ha sido más agresiva por la explotación de las minas, que constituye una actividad productiva de especial importancia económica, que a su vez genera una de las mayores captaciones de divisas. En un principio ya tenía una moderada contaminación, principalmente en el sector superior alto andino de los recursos hídricos superficiales que lo conforman (ríos, lagunas, manantiales).

Aguas abajo de este origen, este receptiona otros residuos sólidos y líquidos, que al no disponerse de técnicas de tratamiento, lo contaminan alterando las propiedades físico-químicas de estos inutilizándolos para muchos fines y eliminando los recursos hidrobiológicos que en ellos se desarrollan por la presencia de ciertos reactivos y el exceso de iones metálicos provenientes de diversas sustancias y diferentes concentraciones, generalmente de: sulfatos, cobre, fierro, zinc, manganeso, arsénico, plomo, etc., que actúan provocando el desequilibrio ecológico que se ve reflejado en el deterioro de la flora y fauna acuática, lógicamente haciéndolos inapropiados para diferentes usos entre ellos la piscicultura.(10) Hoy solo quedan algunos recursos hídricos aislados; y es preocupante por el deterioro de que son objeto y/o por los escasos resultados obtenidos de su conservación.

Las medidas correctivas para reducir la contaminación de las aguas en la cuenca, no han dado los resultados esperados; se han establecido legislaciones, sistemas de cementación a partir de las aguas de mina y de flotación, plantas de neutralización, canchas de relaves, etc. pero en su mayor parte no han tenido el financiamiento suficiente ni una administración adecuada.

Como se puede concluir; los diferentes recursos hídricos localizados en la cuenca, no se han manejado adecuadamente por falta de infraestructura y eficiencia de uso sin perjuicio a otras actividades. Existe desconocimiento de los fundamentos de conservación, han contaminado y siguen contaminando los diversos recursos hídricos potencialmente aprovechables, y que han originado procesos de desequilibrio ecológico y que atenta básicamente al bienestar de las futuras generaciones de la zona de estudio.

7.9.3.- Estrategia para el manejo de estos recursos

Para esta parte, se plantea formular una estrategia regional de los caudales de los tributarios que vierten aguas de buena calidad, razón por el cual existen programas de irrigación agrícolas con el uso de estas aguas (Programas del Canal de Irrigación de las Márgenes del Río Mantaro- CIMIRM). Se sabe que las aguas en la cuenca se contaminan por la presencia de metales tóxicos: plomo, hierro, cadmio, zinc y manganeso producidos por las operaciones minero-metalúrgicas de Cerro de Pasco y Junín; además del vertido de aguas residuales domésticas de las poblaciones localizadas en los alrededores de los ríos y tributarios. Por ello se han planteado dos etapas para tratar el agua del Mantaro para suministro urbano:

La primera consiste en reducir y controlar el grueso de la polución proveniente de los efluentes de las minas, de tal forma que exista disponibilidad de agua; libre de sustancias tóxicas y adecuada para su tratamiento por medios convencionales y la segunda, el tratamiento por desinfección y eliminación de la turbiedad. La primera sera completada en el Mantaro mismo y permitirá mejorar la calidad del agua hasta alcanzar el nivel Clase III de la Ley General de Aguas; y la segunda debiera ubicarse en la toma del suministro para Lima. Ambas etapas son esenciales; antes de que se le utilice para el suministro de agua potable

para Lima; de ser viable el traslado de estas aguas a través del proyecto del transvase. Sin embargo, se requerirán estudios adicionales sobre la conveniencia y costos de lograr niveles mayores a la Clase III antes de hacer una recomendación final y/o desarrollo zonal para el manejo de la Cuenca. Complementariamente se buscara el estricto cumplimiento de Normas basadas en acciones concretas, tales como:

-Prohibir, a los centros mineros y/o plantas concentradoras, verter las aguas residuales directamente al río Mantaro y afluentes sin haber sido antes tratados por procesos de sedimentación hasta lograr que las aguas residuales registren concentraciones de metales pesados de la Clase III de la Ley de Aguas.

-Se debe fomentar programas de difusión y/o capacitación sobre conservación de los recursos naturales, a todo nivel, a fin de constituir un sólido respeto a la naturaleza que es nuestro verdadero soporte.

-Realizar estudios físico-químicos y de indicadores biológicos en forma periódica de las aguas contaminantes de las Industrias, afluentes de las canchas de relave y en las aguas mezcladas con el río dentro de la cuenca.

-Realizar estudios de contaminación en los recursos hídricos que tienden a poseer aguas de buena calidad y tiene multiples usos, estos deben realizarse en aguas superficiales, sedimentos y organismos acuáticos. Asimismo en base a la utilización de indicadores biológicos (presencia o ausencia de peces e insectos) evaluar la calidad de las aguas superficiales.

7.10.- Cobertura y uso de la tierra

La vegetación natural es un recurso que el ambiente proporciona para satisfacer necesidades y hacer agradable la vida del hombre. Para esta parte se estudia la vegetación natural en la zona de la Laguna y sus alrededores pues ella se encuentra fuertemente alterado por el mal uso que ha sido objeto en años.

La característica geológica que corresponde a las colinas y cerros, totalmente rocoso en algunas zonas y extremadamente pedregoso en otras, impiden también el desarrollo de la vegetación natural. La vegetación; en el estado en que se encuentra, ofrece poco atractivo, por ello precisa tomar medidas en el marco de una política ambiental de desarrollo regional, para recuperar y mejorar la vegetación mediante actividades de reforestación con especies adecuadas, manejo de regeneración natural y procedimientos de cultivo eficaces de las tierras agrícolas y otras medidas de control dirigidas a la conservación y uso adecuado de la misma.(1)

7.10.1.-Agricultura y otros usos

La situación actual de la agricultura en las comunidades del distrito de Jauja es muy diferente a la de hace 50 años. Un primer aspecto es que ya no es la actividad principal; pues la población activa (40%) masculina del área en estudio, trabaja actualmente en otros sectores (transportes, obreros, mineros, fabricantes artesanales ó semi-industriales de zapatos, etc) debido a que la agricultura rinde muy poco y necesita de mucho trabajo en el campo que los obliga a migrar hacia la Costa y la Selva en su mayor parte jóvenes.(5)

Otra causa fundamental del cambio observado durante los últimos años, es la imposición, sobre las comunidades tradicionales; de patrones sociales, culturales y económicos de tendencia Occidental (capitalista) es un esquema presente en todos los niveles y en particular en el campo de las técnicas agrícolas actuales, que se presentan como un "patchwork" de técnicas tradicionales, mezcladas con elementos nuevos (uso de fertilizantes y pesticidas); que son lamentablemente utilizados fuera del entorno tecnológico que permitiría no solo optimizar sus resultados sino limitar los peligros de su uso; sin embargo, a la fecha se han utilizado sin ningún control y con consecuencias graves para el futuro. A todo esto, hay que agregar también el gran desconocimiento de muchos aspectos importantes acerca de la conservación de los suelos (pastoreo inadecuado y tala de árboles en forma indiscriminada) el manejo del clima (las heladas, el viento y la sequía); los efectos de las plantas, los insectos, las aves, el agua entre otros.(11)

A continuación se presentan las sugerencias que se plantean para lograr el mejoramiento de una buena producción no solo agrícola sino también ganadera y que son fruto de experiencias pasadas y conversaciones realizadas con campesinos tanto en forma individual como en Comunidades. Después de este estudio y los conocimientos que nos proporciona la ciencia, concluimos que la solución puede ser relativamente sencilla, fácil y sobretodo económica.

7.10.1.1.- El secreto de los cercos

Los cercos, son quizás la más importante experiencia heredada de nuestros antepasados pero que han sido poco desarrolladas como técnica agrícola.

*Estos cercos, que se pueden formar a los costados de las chacras están conformadas por árboles y arbustos de varios tipos (ejemplo aliso, quinhual, tankar), razón por la cual también se les llama **cercos vivos** y que ayudan a mejorar la producción por lo menos en 9 formas distintas, estos cuidan a las chacras de los vientos fuertes; son una buena defensa contra las heladas, rayos solares y las variaciones bruscas de temperatura; combaten la sequía (Mayo a Agosto) manteniendo la humedad del ambiente; son una gran ayuda y defensa contra la erosión del suelo (especialmente en pendiente) pues las raíces de los árboles retienen la tierra e impiden que el agua las arrastre; ayudan a mantener y enriquecer la materia orgánica de los suelos pues los árboles protegen las chacras del calor, viento y la sequía y las provee de materia orgánica (hojas, ramas) que caen de los árboles; permiten el aumento de las aves insectívoras que se alimentan de los gusanos que atacan a las plantas; igualmente permiten*

el aumento de la fauna de insectos y animales que eliminan a los insectos dañinos; y finalmente ofrece una mayor producción de pastos naturales al borde de las chacras lo que permitiría mayor disponibilidad para los animales de crianza. Estos cercos deben ser esparcidos a cada 50 ó 80 metros de distancia y ubicados en la dirección por donde viene la mayor corriente de vientos.

De esta manera, se puede ver que es la solución a gran número de dificultades que actualmente sufren los agricultores no sólo del Valle del Mantaro sino en toda la sierra peruana. Se recomienda combinar las especies en los cercos, por ejemplo, el aliso con el pacte ó el quinual con el tankar.(11)

7.10.1.2.- Andenes, cercos y reforestación

Los andenes o paterías son una de las herencias tecnológicas mas valiosas que tenemos de nuestros antepasados con ello se evita la erosión y el empobrecimiento de los suelos y aprovechar terrenos en las laderas de los cerros. A pesar de ser muy antigua tiene mucha aplicación en la actualidad, por eso es recomendable mantenerlos, reconstruirlos y formar más andenes.

Debemos señalar que los andenes deben aprovecharse en combinación con cercos y áreas de reforestación, en efecto, sería mejor si al borde de cada anden habrían algunos arbustos como el pacte, la chilka ó el tankar, e incluso árboles para ayudar a conservar mejor los suelos. Esta reforestación debe darse preferentemente en áreas no cultivables (pequeñas quebradas) laderas de pendientes pronunciados, con el fin de favorecer a los cultivos de la misma manera que en las zonas planas; que se usan para sembrar ó pastar animales.

Es mucho más beneficioso tener bosques con la mayor diversidad de árboles porque así sirven a varios propósitos (y no a un solo fin) como fuente de madera y debería mantener un clima favorable para la agricultura entre otros.(11)

7.10.1.3.- Riego , drenaje y camellones

Para incrementar y mejorar la producción agrícola, se debe emprender en forma conjunta la rehabilitación de canales en desuso y construir otros nuevos.

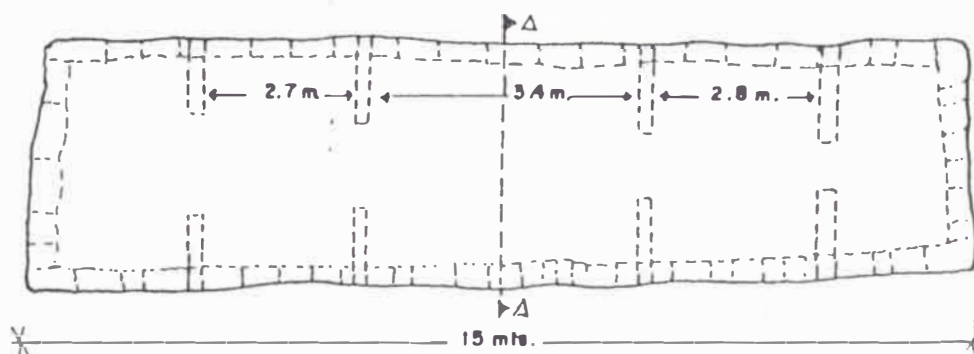
En esta parte del Valle del Mantaro (Zona Norte) se cuenta con abundante agua; proveniente de las alturas de Picchapuquio, el Manantial de Ñahuinpuquio (en el distrito de Paca), también sería conveniente hacer uso de las aguas de la Laguna de Paca, para regar las chacras que están en la orilla y que se puede lograr mediante las bombas manuales que se promueven con algunos comuneros de la zona de Paca. El riego es importante porque ayuda a mantener y renovar la materia orgánica de los suelos, y permite a los agricultores tener una mayor variedad de cultivos.

Por otro lado, existe el problema de los aniegos y la demasiada humedad, (zonas pantanosas de la Laguna) en estos casos se recomiendan zanjas de drenaje; así como el uso de los camellones y el cerco de los árboles.

DRENES LATERALES EN CAMELLONES CON SUELOS
ALCALINOS O SALINOS



CROQUIS EN PLANTA



VISTA DE PERFIL

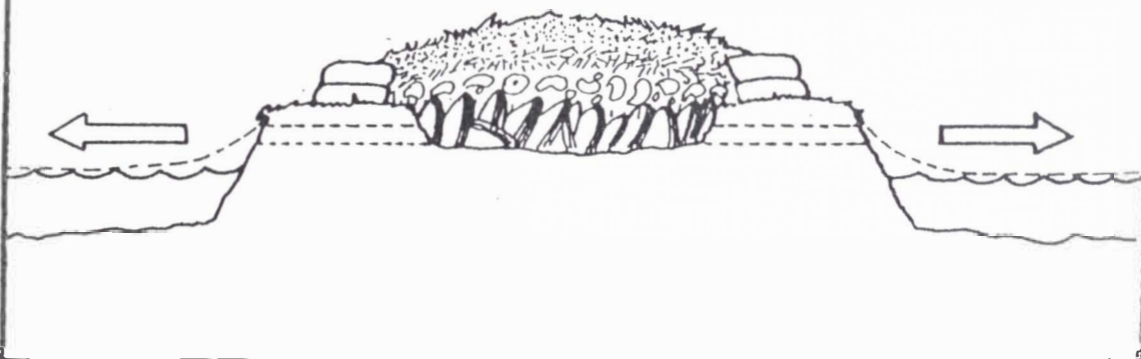


FIG.- 4 PROPUESTA TECNICA, REHABILITACION, USO
Y MANEJO DE CAMELLONES

Fuente: Fondo General de Contravalor PERU-CANADA

El primero es una técnica que se utilizaba en época anterior a los Incas y que se está utilizando actualmente en las parcelas de Juchapampa, con buenos resultados. Los cercos de árboles como el "aliso" también ayudan a balancear la humedad de la tierra.

Por tanto, vemos que el problema de las inundaciones y los pantanos se pueden contrarrestar mediante un sistema combinado de camellones y cercos de aliso.(11)(figura 4)

7.10.1.4.- Materia orgánica y fertilizantes

Debemos saber que los abonos químicos, son necesarios pero no son lo único que se necesita para enriquecer la tierra, pero muchos agricultores y técnicos piensan que la producción de la tierra depende solo de la cantidad de fertilizantes que se utilice. Es necesario por ello contar con la ayuda de los técnicos a fin de conocer cuanto y durante que tiempo y que tipo de fertilizantes se necesita en cada una de las chacras.

También debemos saber que los suelos si no tienen materia orgánica suficiente (desperdicios de plantas y animales), los fertilizantes no surten efecto; pues este material cuando se descompone con la tierra y humedad sirve de abono y facilita los efectos de los fertilizantes químicos manteniendo la humedad, y ablandando la tierra.(11)

La materia orgánica puede ser de la mezcla podrida y fermentada de los desperdicios de la casa ó también puede ser el "compost" que es un preparado especial de restos vegetales (hojas, raíces, tallos pequeños, algas, etc). ó también la cultivada (abono verde) que consiste en el cultivo de plantas como el trébol, las arvejas, el yuyu, etc. en chacras de "descanso". El resultado nos permitirá gastar menos en insumos, y obtener chacras en mejores condiciones para producir.(11)

7.10.1.5.- Cultivos asociados y rotaciones

En Paca se practican dos técnicas de siembra con buenos resultados. Uno es combinando varios cultivos en la misma chacra [maíz-habas, papas-habas]; y otro es la rotación de cultivos que consiste en cambiar cada año los cultivos en la misma chacra. Estas medidas son dos costumbres valiosas que no deben dejarse de tomar en cuenta en ningún trabajo de desarrollo agrícola y que deben ser mejoradas en algunos aspectos para obtener mejores rendimientos. El primer sistema llamado "mululpa" coincide con un principio ecológico que consiste en que la variedad de cultivos en un terreno puede ser un factor de mejor producción y de mayor conservación del suelo. Contravenir a este principio, conduce a la destrucción del ambiente y al desbalance químico del suelo. Para mejorarlo se debe intensificar la combinación entre especies de cereales y leguminosas; (es decir, el trigo, maíz, cebada, avena cultivar con habas, frijoles, arvejas, zapallos).

Las asociaciones se pueden dar también en las plantaciones de cercos por ejemplo (árboles con plantas frutales). En cuanto a las rotaciones, la idea es devolver al suelo, las materias orgánicas extraídas. Se recomienda seguir la siguiente secuencia por ejemplo:

1er año	:	<i>Maíz ó cereales asociadas con habas o arvejas.</i>
2do año	:	<i>Papas</i>
3er año	:	<i>Trebol con mostaza (abono verde)</i>
4to año	:	<i>Maíz, trigo ó avena con arveja forrajera</i>
5to año	:	<i>Papas</i>
6to año	:	<i>Trebol con mostaza (abono verde)</i>
7to año	:	<i>Tubérculos y así sucesivamente</i>

Esta secuencia no considera período de descanso, debido a que no es recomendable, lo que debería hacerse es aprovechar las chacras en forma continúa, reemplazando estos "descansos" por años de cultivo de abono verde por lo menos hasta 2 años para que los suelos no se agoten y produzcan mejor.

También se debe anotar, que la mejor manera de tener una ganadería mejor organizada es destinando áreas exclusivas para el pastoreo y del cultivo de pastos; de acuerdo al tipo de suelos. Así las áreas agrícolas podran estar lejos del alcance de los animales.(11)

7.10.2.- Pautas para un Programa de Reforestación

La Dirección General Forestal y de Fauna del Ministerio de Agricultura, es el Organismo que promueve la reforestación a nivel Nacional y específicamente en el ámbito de la zona de estudio, a través de proyectos y convenios con las regiones, subregiones y microregiones.

De acuerdo a ello se establecio un convenio con la microregión Huancayo (1992) para la ejecución del proyecto denominado "Reforestacion Laguna de Paca", para instalar plantones, de especies nativas en aproximadamente 80 Hectáreas, con fines de protección.

Los resultados finalmente no han sido los esperados por serios problemas que presentaron para su desarrollo, debido fundamentalmente a la falta de suelos, que repercutio en plantaciones raquíticas y sin posibilidades de crecer. (1)

En razon de estos problemas es que debería apoyarse mas esta actividad teniendo en cuenta otros usos y considerando otras especies diferentes del eucalipto; que generen productos de mejor calidad que este último.

En efecto, pues se ha comprobado que estas plantaciones de eucalipto absorben gran cantidad de agua, y restan la humedad imprescindible del suelo. El "eucaliptus" devora las nutrientes del suelo, intoxica la tierra afectando a otros cultivos y organismos (lombrices) que contribuyen a la fertilidad del suelo.

Contribuye también a la desertificación pues reduce la producción biológica del suelo y atenta contra la diversidad biológica, reduciendo los animales y plantas de la región.

En suma, destruye los ecosistemas agrícolas, haciendo peligrar el único sustento de miles de agricultores, que se ven forzados a emigrar a los centros urbanos.(12)

Se recomienda para contrarrestarlo emplear especies que ofrezcan cultivos de producción

múltiple como frutas, medicina, leña, madera; además de cumplir funciones de protección de riberas como del río Yacus, conservación de suelos ante la erosión, mejorar la belleza del paisaje natural de la Laguna de Paca y alrededores, además de reponer la vegetación arbórea y arbustiva con especies nativas.

Las especies nativas de la zona, serán las mejores adaptadas ecológicamente por lo que serán consideradas prioritariamente en la relación de especies a emplearse en la reforestación, así tenemos a las siguientes especies:

Queñual ó quinal(Polylepis sp.); Pacte o mutuy(Cassia lapetiolata); Aliso(Alnus joru lensis); Sauco(Sambucus peruvian); Guindo(Prunus serotina var capuli); Retama(Bulnesia retama); Roque(Colletia spinosissima); Quishuar(Budleja incana); Cantuta(Cantua buxifolia); Maguey (Agave americana); Chinchilcona(Mutisia sp.) y muchas otras más.

Aquellas áreas donde las actividades de reposición con árboles no tendrán éxito, debido a limitaciones del suelo principalmente; se tomarán medidas de control orientado a evitar daños adicionales a la escasa vegetación que se encuentra en la zona, incentivando con actividades de regeneración natural y del medio que lo sustenta, todo ello orientado a la conservación de la vegetación . Como se ve a través de la Agrosilvicultura además de los beneficios propios de su practica, se puede mejorar el paisaje natural con fines de conservación.(1)

Por otro lado, según un estudio llevado a cabo por el INRENA en la zona de estudio en el año 1993 se pudo clasificar las tierras según su CAPACIDAD DE USO MAYOR y que esta basado en el Reglamento de Clasificación de Tierras(1975)(Ver figura 1) Según este estudio se pudo describir las tierras (y que se grafican en las fotos 5 y 6 y que a continuación se describen.

7.10.2.1.- Tierras aptas para cultivo en llmplo (A)

Se incluye aquellas tierras que presentan las mejores características edáficas y topográficas de la zona; para el establecimiento de un agricultura de tipo intensivo, en base a especies anuales. Dentro de este grupo, se ha establecido las subclases A2sc y A3sc.

7.10.2.2.- Tierras para pastos (P)

Incluye a aquellas tierras que por sus limitaciones climáticas, edáficas, de drenaje ó topográficas, no son aptas para cultivos intensivos; pero si presentan condiciones aparentes para realizar la actividad del pastoreo y por consiguiente el desarrollo de actividad pecuaria.

7.10.2.3.- Tierras aptas para produccón forestal (F)

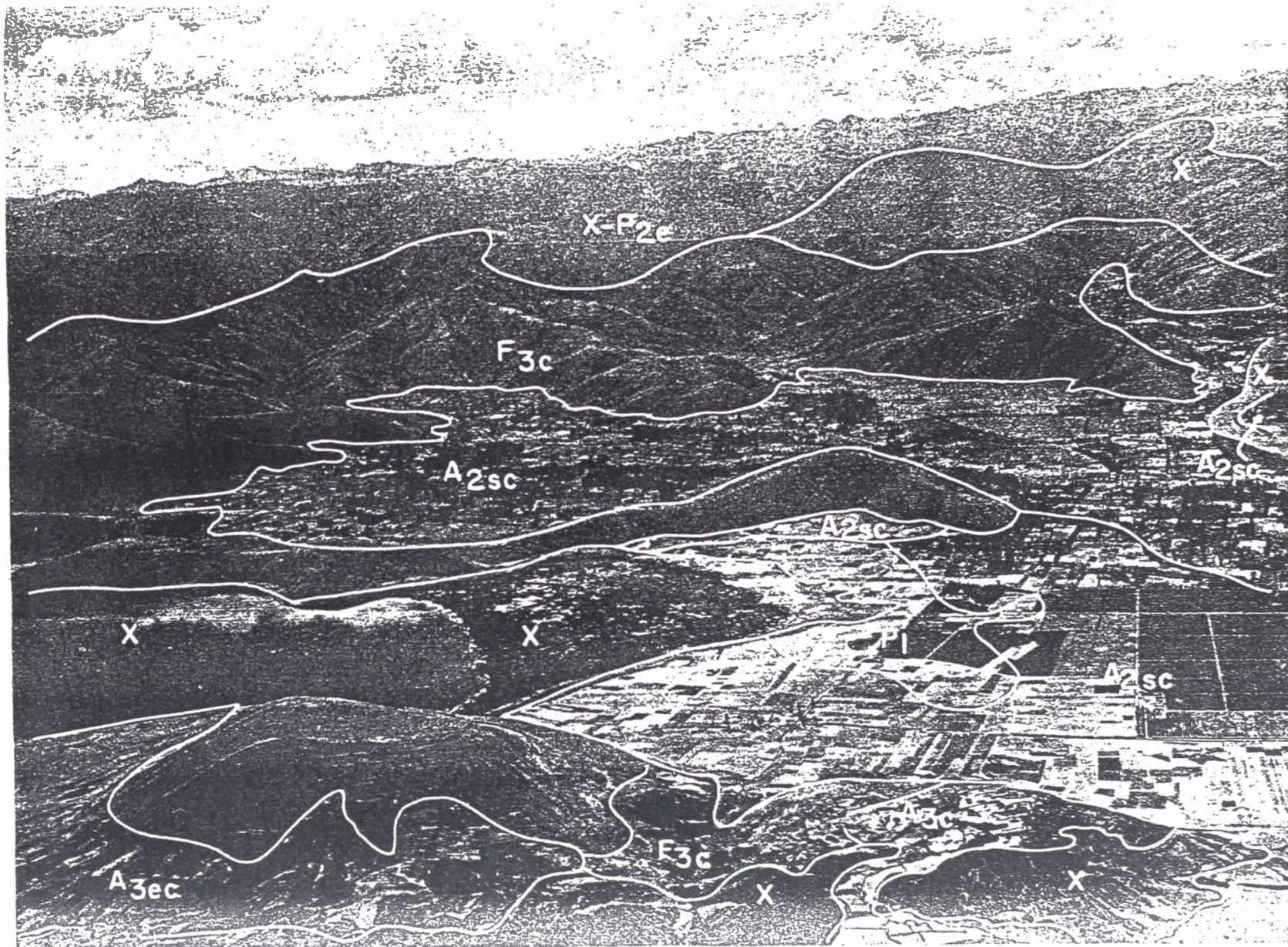
Incluye a aquellas tierras que por sus limitaciones climáticas, edáficas o topográficas, no son aptas para cultivos intensivos, ni para el establecimiento de pasturas, pero si presentan condiciones aparentes para realizar la actividad de producción forestal. Dentro de este grupo, se ha establecido la subclase F3sec.

7.10.2.4.- Tierras de proteccón (X)



Vista panorámica del Sector norte del gran valle interandino del Mantaro, donde se puede apreciar la extensa planicie central aluvionica dominada por tierras para cultivos en limpio de clase agrologica media(A2). Observese asimismo, tierras originalmente para cultivos en limpio(A3), transformadas a tierras sin mayor valor agrícola (Tierras de protección X) a causa del devastador proceso de erosión acelerado. El uso indebido de las tierras de fuerte gradiente y sin medidas protectivas adecuadas son las causas principales de la formación de este tipo de tierras muy diseminadas en los Valles interandinos del País.

FOTO N°5



Vista de la Laguna de Paca, donde se muestra, en primer plano, los efectos severos de la erosión hídrica inducida por el uso impropio de los terrenos sin mayores prácticas de conservación. Actualmente convertidas en tierras de cárcavas y que pertenecen a las denominadas Tierras de Protección X. La parte superior se encuentra tipificada por tierras de aptitud para forestales de producción de calidad agrológica baja (F3) así como de tierras aptas para pastos (P2) en íntima asociación con tierras de protección (X)

Las tierras de este grupo no presentan las condiciones edáficas, topográficas ni ecológicas requeridas para la explotación agrícola, pecuaria o producción forestal, aunque en algunos casos pueden ser hechas productivas, después de realizar intensas labores de rehabilitación. Estas unidades quedan relegadas para otras actividades, como explotación minera, energía hidroeléctrica, recreación, turismo, vida silvestre y otras de beneficio colectivo o interés social, siempre que no impliquen el deterioro del medio ambiente. En las fotos 5 y 6 se puede observar que este tipo de tierras comprende áreas de topografía abrupta y rocosa (NE) así como el área de la Laguna de Paca.

Precisamente este último, debidamente implementado, aportaría a la Municipalidad elevados ingresos, ya que este sector norte del Valle del Mantaro es rico en escenarios naturales-paisajísticos y áreas arqueológicas debido a su larga tradición histórica.

7.11.- Factores que están cambiando el hábitat de la Laguna

En la zona de estudio, se encuentran alrededor de 67 especies de aves y esto garantiza el turismo interesado en aves y el científico. Es importante resaltar que el Perú tiene más especies de aves registradas en el territorio (1690 especies O. Nell, 1983) que cualquier otro país del Mundo. Además de recibir un gran número de aves del Hemisferio Norte ó Sur como migrantes.

En lo que se refiere a mamíferos pequeños, reptiles, anfibios y peces su densidad ha bajado notablemente debido a la caza excesiva y las modificaciones desfavorables del hábitat de las especies. En cuanto a esto último de las modificaciones desfavorables del hábitat de la Laguna se tiene como factores a los siguientes.

7.11.1 .- Cambios físicos del hábitat

Estos son causados básicamente por la eliminación de la vegetación natural en extensas áreas, consecuencia del mal uso de la tierra, como por ejemplo:

- Uso abusivo de fertilizantes y pesticidas en suelos con baja capacidad de intercambio catiónico que afectan directamente a la Laguna debido a que todos los residuos y cationes no absorbidos se depositan en ella, como consecuencia de la erosión. Es necesario hacer un uso racional y científico de los fertilizantes y pesticidas.(foto 8)

- Desaparición de especies de la fauna silvestre por pérdida de hábitat, (pues no se ha observado vizcachas, venados) y otros por invasión del área agrícola. También la preferencia por los monocultivos provocan un agroecosistema con ausencia de vegetación arbórea y arbustiva natural pues el actual estado, produce agroecosistemas que solo favorecen a especies antropofílicas "granívoras", según estudios realizados por el IRINEA



Foto 7: Los desagües de los recreos y otras Comunidades que llegan directamente a la Laguna de Paca, están produciendo un incremento de la materia orgánica (elevados índices de concentración de bacterias colis fecales = 280 ppm) y alcalinidad que condiciona la tendencia a la eutrofización de sus aguas.



Foto 8: La ciudad de PACA al fondo donde se observan los terrenos de cultivo en las márgenes de la Laguna de Paca donde se da actualmente uso de fertilizantes nitrogenados cuyos residuos por efecto del escurrimiento hídrico y las de sílice y CO₂ por causas de origen natural (terrenos calcareos del substrato geológico) elevan la concentración de nitratos de las aguas en la Laguna.

(Instituto Regional de Ecología Andina)

- La **eutrofización** aparece a través de causas diversas que son todo convergentes, se trata de alcalinidad elevada, de dureza elevada, fuerte proporción de CO₂ (bicarbonatos) el PH alcalino, entre otros factores, sin embargo tiene una consecuencia positiva en el sentido en el cual las aguas son particularmente productivas.

Esta eutrofización de la zona litoral NO de la Laguna ha sido uno de los factores por los cuales los intentos de repoblamiento masivo de la trucha no ha permitido resultados satisfactorios.

- *Se debe mantener el paisaje andino natural combinado con una actividad de agroforestería y en los lugares donde no haya vegetación natural, siempre que las condiciones edáficas lo permitan, reforestar con especies nativas del lugar para crear un ambiente natural que aumente la diversidad de especies y la estabilidad del ecosistema, creando biotopos donde pueda desarrollarse la biocenosis (comunidad de organismos vivientes que ocupan un ambiente físico-químico determinado) con el objetivo de que vuelva a reaparecer la fauna silvestre.*

7.11.2.- Contaminación del habitat

Entre ellos se cuentan los siguientes:

- *Los desagües de los recreos y otras Comunidades que llegan directamente a la Laguna producen un incremento de materia orgánica., lo que condiciona favorablemente la futura eutrofización de la Laguna, acelerada por la intensidad de la radiación solar a la altitud de la Laguna a los 3364 m.s.n.m.(foto 7)*

- *El uso excesivo de biocidas, que es perjudicial por la resistencia que ofrecen a los procesos de descomposición natural debido a que se acumulan en el suelo, alcanzando concentraciones muy altas perjudicando a las lagartijas, sapos y aves insectívoras y que tienden a acumularse en las cadenas alimenticias; y afectando al hombre.*

- *La contaminación por hidrocarburos en la Laguna, causado por las embarcaciones a motor, además del stress que produce a las aves el ruido de los motores de las embarcaciones y los equipos de música de los recreos.(foto 9)*

- *La contaminación por detergentes debido al lavado de ropa en las orillas que afecta la tensión superficial del agua, e imposibilitando a las aves de flotar e incluso de volar. Esta contaminación afectará a los microorganismos planctónicos, insectos y aves acuáticas cuando las concentraciones aumenten. Estos efectos se agravan cuando se trata de detergentes*

resistentes a la biodegradación.

En resumen todos los contaminantes afectan la integridad ecológica de la Laguna, y que en la actualidad sus consecuencias no son tan visibles; pero que a corto plazo (5 años) sino se toman las medidas correctivas tendrá consecuencias alarmantes que quizás no podría recuperarse jamás como se anoto inicialmente.

7.12.- Conclusiones

1) Morfotectónicamente, la configuración del relieve resulta de los diferentes eventos geológicos ocurridos, especialmente relacionados a la Orogenia Andina y las fases glaciales y fluviales consecutivas del Cuaternario. Actualmente el área en conjunto muestra cierta estabilidad geomorfológica.

2) El área presenta una configuración variada, en la que destacan las zonas elevadas colino-montañas de los flancos de la Laguna de Paca y la porción central y plana, en cuyo seno se asienta el cuerpo de agua de la Laguna y la ciudad de Jauja. Lito-estratigráficamente, se ha reconocido formaciones geológicas sedimentarias, de calizas, lutitas, areniscas, paquetes volcánicos y sedimentos no consolidados, cuyas edades van del Paleozoico al presente.

3) Los procesos y fenómenos morfodinámicos de mayor incidencia, corresponden a los procesos erosivos de vertientes, por escorrentía superficial difusa a concentrada (surcos, cárcavas, pequeños deslizamientos, etc.) principalmente en las áreas de las vertientes empinadas de litología inconsistente. Estos procesos lamentablemente se acompañan de prácticas antropicas, como cultivos no apropiados. Tal acción, afecta los suelos, las vertientes y el cuerpo de agua de la Laguna por la sedimentación, turbidez y otros efectos, mereciendo por tanto una atención especial.

4) La erosión es responsable por la degradación irreversible del suelo. Por lo tanto, es vital aplicar medidas tendientes a frenar los efectos destructivos y orientar mejor las prácticas erradas que la incrementan.

5) La conservación de los recursos naturales, es una prioridad. No obstante, nuestra historia reciente del manejo de estos recursos muestra una total despreocupación y un deterioro importante de la oferta ambiental. Es a partir de 1532 con el momento de la Conquista Española que se inicia la depredación de la cobertura vegetal, así como la degeneración y extinción de la fauna. Por ello, es importante no solamente conocer los recursos actuales (suelos, agua, aire, recursos biológicos) sino también evaluar (en volumen, en valor, en capacidad de producción), los recursos todavía disponibles, su manejo actual y la importancia



Foto 9: Los botes que navegan por las aguas de la Laguna de Paca contribuyen también con la contaminación, mediante el derrame de combustible y lubricantes de viejos motores.



Foto 10: Una vista panorámica del Valle del Mantaro (desde la zona Norte) en el que se observa la topografía plana y la cobertura verde (bosques) que influyen junto con las aguas de la Laguna en el microclima de esta parte del Valle.

de sus depredaciones.

6) La calidad de las aguas de la Laguna indican limitaciones particulares para su uso directo debido a las elevadas concentraciones de nitratos y cromo detectados en los análisis, que superan los límites permisibles para uso potable y/o agrícola de acuerdo a la OMS y la Ley General de Aguas del Perú (D.L. 17752). Asimismo la presencia de bacterias colis fecales en elevadas concentraciones limita su uso como agua potable.

7) La presencia de la Laguna con poca posibilidad de aumentar su volumen debido a la presencia de tragaderos o cavernas, con fuertes filtraciones en calizas afectadas por el proceso carstico, imposibilita la alternativa del aprovechamiento mediante represamientos, quedando solo al control y aprovechamiento por drenaje, mediante estudios previos.

8) Por el análisis, se ha tipificado que la calidad del agua para el río Mantaro a la altura del Puente Stuart (Provincia. de Jauja) se encuentran aguas de minima concentración. Esto en razón de la disminución de la concentración de los metales contaminantes, debido al aporte continuo de los caudales de los tributarios que vierten aguas de buena calidad, razón también por la cual existen Programas de Irrigación Agrícolas con el uso de estas aguas. (Programa del canal de irrigación de la margen izquierda del río Mantaro-CIMIRM). Como sabemos, las aguas en la cuenca se contaminan por la presencia de metales tóxicos: plomo, hierro, cadmio, zinc y manganeso producidos por las operaciones minero-metalurgicas de Cerro de Pasco y Junin; y además por el vertido de aguas residuales domesticas de las poblaciones localizadas en los alrededores de los ríos y tributarios.

9) Las formaciones vegetales se caracterizan por no tener mayor significación pues están demasiado escasas ó degradadas en las superficies arbustivas y herbáceas. Las plantaciones forestales están conformadas exclusivamente por el "eucalipto" y que no han prosperado , excepto algunas áreas pequeñas, principalmente por limitaciones de suelo y probablemente de la especie; pues está comprobado que este destruye los ecosistemas agrícolas; empobreciendo los suelos de nutrientes, contribuyendo a la desertificación y disminuyendo la diversidad biológica. Es necesario tomar medidas de control para evitar su continuación en los programas de reforestación, eligiendo otras alternativas que sean más beneficiosos, como las especies nativas, principalmente de Quinhual, Aliso, Retama, Mutuy, Tara y Quishuar.

10) La primera manifestación de contaminación por nitratos (urea transformada en el suelo) ha sido observado en los lagos y ríos, donde los nitratos inducen un crecimiento exagerado de la vegetación acuática (Laguna de Paca). La descomposición de esta vegetación provoca la disminución de oxígeno en el agua; y favorece la formación de amoniaco. En estas

condiciones, los recursos hidrobiológicos no soportan y tienden a desaparecer. A este fenómeno que se le conoce como "eutrofización" ya se está dando en la Laguna de Paca.

11) Se ha determinado últimamente, que el trabajo en Microcuencas es más efectivo para su ejecución; pues existe una población rural más identificada con su entorno y que permite programar, ejecutar y lograr resultados en menor tiempo; a la vez de poder aplicar métodos conservacionistas en las laderas y cauces de las microcuencas. Se puede asegurar que este modelo, constituye el espacio más apropiado para conseguir este gran objetivo de mejorar la calidad de vida del agricultor, conjuntamente con las Instituciones (tanto públicas como privadas) comprometidas con el desarrollo rural (PRONAMACHCS, PRONARDRET, PRATVIR, etc).

7.13.- Recomendaciones

1) Se recomienda realizar proyectos y actividades de reforestación en las áreas erosionadas, así como la ejecución de obras de retención de material de arrastre en dichas zonas, con prioridad en:

-Las zonas altas del distrito de Yauyos y en

-Las margenes derecha e izquierda de la microcuenca de la Laguna de Paca.

De ser viable, los proyectos de habilitación urbana en estas zonas, se incluyan en los programas de desarrollo urbano, la arborización con especies nativas.

2) Para devolver e inclusive mejorar la vegetación se deberá tomar medidas inmediatas, una de las cuales sería la reforestación con especies nativas en áreas circundantes a la Laguna de Paca. Es importante también dar medidas de control orientadas a evitar el agotamiento de la ya degradada vegetación, manejo de la regeneración natural, educación ambiental, etc., los que deben llevarse a cabo dentro de una política de Planificación Ambiental que abarque los distintos aspectos de la problemática ambiental.

3) En las tierras clasificadas fisonómicamente como ARBUSTIVAS, (3700 msnm) donde predomina afloramientos líticos y escasas áreas de suelos y fuerte pendiente; las actividades de reforestación debería incluir aspectos, como trabajos de ingeniería para dotar de agua a las plantaciones y también técnicas de plantación para captación y almacenamiento de agua de las lluvias y para controlar la erosión hídrica. Se recomienda el quinhual y quishuar como especies nativas recomendables para reforestar esta formación, entre los arbustos esta el roque, pacte, retama y la chinchilcoma. En las áreas donde se realiza actualmente agricultura y actividades afines, conviene dar mayor importancia a la agrosilvicultura.

4) Muchos agricultores con experiencia, desde nuestros antepasados, practican todavía hoy día, algunas técnicas para conservar los suelos, combatir las heladas y producir cosechas de buena calidad, sin utilizar fertilizantes químicos e insecticidas sin ningún control de

clasificación. Para ello, se recomienda la utilización de la rotación de los cultivos, los andenes, los camellones, los cercos de los árboles, el descanso de la tierra, siembra de variedades nativas entre otras medidas. Es necesario entonces, reactualizar y mejorar esas técnicas adaptándolas a las condiciones actuales e introducción de otras técnicas nuevas allí donde rinden más y sean realmente útiles y beneficiosas.

5) La sustitución de los paquetes tecnológicos de la revolución verde por alternativas ecológicamente viables, debe ser el reto, si realmente queremos reducir el uso indiscriminado de los agroquímicos. Tal es así que la Lombricultura nos servirá para reducir los fertilizantes sintéticos, ya que, en la actualidad la materia orgánica ha sido marginada en la producción. La Lombricultura no solo servirá para el HUMUS, sino también para la alimentación de los animales, es decir que esta técnica no estará aislada de otras actividades agropecuarias,, además de ser una alternativa para el tratamiento de las basuras urbanas.(13)

6) La riqueza ictiológica de la Laguna de Paca, esta afectada negativamente, a consecuencia de la contaminación por la entrada de desechos orgánicos e inorgánicos. Para combatir con eficacia la contaminación de la Laguna se requiere adoptar un enfoque integral, dentro del cual el componente educativo ha de considerarse prioritario. Dentro de este contexto, las Universidades ó entidades afines, deben iniciar un Programa de Educación Ambiental con el objetivo de combatir la contaminación de la Laguna. Para ello será necesario realizar una serie de tareas entre las cuales sería la realización de conversatorios-taller, a nivel de las Comunidades sobre la problemática del Medio Ambiente. La población de Jauja, Chuclu, Paca, Pancán y sus Instituciones son conscientes del problema de la contaminación de la Laguna, lo cual permite concluir que la ejecución del Programa de Educación Ambiental contaría con el apoyo de todos. Resolver cuanto antes este problema ecológico, lo demanda también el acelerado crecimiento de la población de los mencionados Distritos, así como la intención de reflotar la economía de la provincia.

7) La educación ambiental no debe limitarse al respeto a la vida silvestre y la conservación de los bosques y de las aguas; es necesario enseñarles a los niños y adultos que ante todo deben vivir en lugares exentos de amenazas naturales y que muchas de estas amenazas pueden ser incrementadas sustancialmente por la acción del hombre.

Capítulo 8

LA PLANIFICACION ,AREAS DE EXPANSION, LINEAMIENTOS DE DESARROLLO Y PLANES DE PREVENCION DE DESASTRES

8.1.- La Planificacion

Luego de haber realizado un breve diagnostico de la ciudad en las diferentes disciplinas que involucro el desarrollo del presente estudio, en este capitulo se consolida toda esta información para ser presentados finalmente a través de mapas temáticos que nos permitan plantear una redefinicion del medio ó entorno de como se estaba desarrollando.

Esto quiere decir, distribuir en forma lógica los terrenos disponibles en el sector y adecuarlos en función de las necesidades de la población, llamese terrenos para la agricultura, urbanización, industria, comercio, vías de comunicación, recreación, conservación y protección, los cuales serian contemplados finalmente por el URBANISTA en un documento que reglamente los usos de estos suelos.

8.1.1.- El medio redefinido

La manera de considerar el medio ambiente incluye en la actualidad varios aspectos

importantes como son:

1) el conjunto de organismos, animales y vegetales, que junto con su entorno constituyen la llamada Naturaleza que conforma un capital biológico, indispensable para la conservación de la vida en el planeta y por lo tanto debe ser protegido.

2) los recursos naturales, renovables y no renovables, deben ser explotados con mesura. Los suelos pueden erosionarse, las aguas superficiales pueden quedar contaminadas, las aguas subterráneas se pueden agotar, etc. Uno de los recursos es la superficie de la tierra, cuya área disponible es en muchos casos muy escasa, para responder en forma adecuada a todas las necesidades: La agricultura, la minería, la urbanización, la industria y el comercio, las vías de comunicación, la recreación, la conservación y la protección.

3) la necesidad de distribuir en forma lógica los terrenos disponibles en función de los requerimientos, es precisamente lo que debe contemplar los Planes Urbanos cuando mencionan el reglamento de Usos del Suelo.

En suma, teniendo en cuenta lo anteriormente expresado; todo proceso de Planificación deber incluir:

- La preservación de la Naturaleza y la protección de los recursos renovables,(lo que implica su utilización racional) y*
- La identificación de las restricciones para el aprovechamiento del terreno con el fin, entre otras cosas de evitar que las personas y bienes estén expuestos a amenazas naturales o en otras palabras a que corran riesgos.*

Es decir que antes de ocupar un terreno determinado este debe ser evaluado desde los dos puntos de vista anteriores. Para ello, es necesario tener en cuenta que la realización de los planes urbanos deben cumplir entre otros, dos funciones que deben estar contempladas en las leyes de la Reforma Urbana:

- El identificar áreas urbanas expuestas a riesgos; y*
- Localizar áreas aptas para urbanizaciones futuras y otros usos.*

Acerca de la primera función es importante aclarar que la mayoría de las poblaciones del Perú, fueron fundadas por personas sin preparación previa en URBANISMO o en riesgos naturales. Pues estos conquistadores españoles (o colonizadores criollos analfabetos o no) solían tener un sentido común bien desarrollado que les permitía en la gran mayoría de los casos escoger para las poblaciones, lugares no expuestos a las amenazas naturales más obvias como son las inundaciones y los deslizamientos. El crecimiento desmedido que ha caracterizado muchas ciudades y otras poblaciones en este siglo ha llevado a ocupar, por carencia de recursos y por falta de control, áreas mucho más expuestas a las amenazas (peligros). Esto significa que los riesgos naturales han ido aumentando con el transcurso del tiempo, máxime si se tiene en cuenta que la ocupación humana en muchos casos ha contribuido en ampliar las amenazas naturales.

La planificación, deberá por lo tanto aplicar sus métodos tanto a las áreas urbanizadas como a

las que están destinadas a serlo en un futuro cercano o mediano. La metodología posee la ventaja de producir una serie de bases, expresada en forma de mapas, que pueden ser mejoradas a medida que se obtengan mayores recursos.

Estos mapas son necesarios, para establecer un Plan de Desarrollo que cumpla con la finalidad fundamental de garantizar a los ciudadanos un hábitat ambientalmente sano por medio de un mapa de aptitudes.(1)

8.1.2.- Metodología para la obtención de los mapas de aptitud de usos de suelo

Para producir un mapa de aptitud de terrenos, para las entidades municipales, se realizaron las siguientes etapas indispensables:

8.1.2.1.- El mapa base

El mapa base es un mapa topográfico y constituye la herramienta indispensable para poder llevar a cabo cualquier PLAN. La experiencia ha demostrado que 1/5000 es una escala adecuada para la mayoría de las necesidades, siendo por ello el utilizado en el presente trabajo de investigación y que fue utilizado para el trabajo de campo y para la elaboración de los mapas preliminares. Debido al tamaño del plano original (2,0 x 2,0 m) poco práctico para las inspecciones de campo y de gabinete, razón por la cual se tuvo que recurrir al empleo de sistemas de información geográfica, mediante el computador (CAD), que nos permite almacenar información tanto geográfica como puntual de una manera mucho más flexible y práctica (0,30 x 0,25 m.)

8.1.2.2.- La Información existente

Para elaborar el mapa de aptitud, es necesario revisar y sintetizar la totalidad de la información disponible sobre el medio ambiente que se tenga sobre el área de estudio y que se presentaron en los capítulos anteriores.

a) Meteorología y Climatología.- (temperatura max. y min., pluviosidad, vientos, humedad relativa, etc). Esta información estuvo disponible en el SENAMHI, en las Corporaciones Regionales y en las publicaciones del INRENA e IRINEA (Huancayo) entre otros.

b) Suelos.- (calidad agrologica). Esta información se obtuvo de las publicaciones del INRENA (ex ONERN) así como trabajos desarrollados por el Ministerio de Agricultura y la Universidad Nacional Agraria.

c) Suelos.- (propiedades mecánicas e ingenieriles) Son datos obtenidos de estudios geotécnicos (recopilados) realizados en obras anteriores y complementados con los efectuados en el presente estudio.

d) Hidrología.- Basada principalmente en mediciones de caudales de los ríos en las

estaciones limnimétricas, limnigráficas así como también pluviométricas y pluviógrafos de ELECTROPERU que se encuentran dentro del Valle del Mantaro.

e) Geología.- Basada en los mapas e informes del INGEMMET (a nivel Regional) así como de la recopilación de información de estudios geológicos realizados en la zona (ORSTOM-IGP) y los efectuados por el presente trabajo de investigación y que estuvo asesorado por el ingeniero geólogo.

f) Procesos de degradación del suelo y contaminación ambiental (vegetación y formaciones vegetales) Esta información se obtuvo de los mapas ecológicos y publicaciones que ha publicado el INRENA ex ONERN.

Además se consultaron en otras Universidades (U.N. Agraria, UNCP, U.N. San Marcos, U.P. Villarreal, etc.) y Centros de investigación (INADE, INRENA, IRINEA, PRONAMACHS, CISMID, I.E.P., I.G.P.,etc.) diferentes trabajos de investigación(tesis) proyectos de grado, y que fueron realizados en años anteriores,y están incluidos en la bibliografía final.

8.1.2.3.- El área de estudio

Lo ideal hubiera sido dotar a cada uno de los Municipios que conforman el casco central de la ciudad de Jauja (JAUJA-YAUYOS-SAUSA) de un mapa de usos recomendables de la tierra, que cubriera toda su superficie. Sin embargo, los costos de este estudio hubieran sido excesivos; razón por la cual se optó por lo más urgente, es decir; por el estudio de la Zona Urbana y de la inmediatamente circundante.

La determinación de los límites de la zona de estudio, se estableció previendo las posibles zonas de expansión en la próxima década. Es importante anotar que cuando las circunstancias lo permitan, procurar que el urbanista - planificador responsable de la posterior elaboración del Plan de Desarrollo participe en la delimitación del área de estudio.

8.1.2.4.- La selección de los parámetros

Los parámetros que se desarrollaron fueron seleccionados en base a 2 criterios fundamentales como son la:

- Importancia para determinar su aptitud para ser ocupadas y
- La inversión necesaria para su obtención

Entre los diferentes parámetros que existen se seleccionaron los siguientes:

a) La pendiente

La pendiente es el factor limitante más obvio en la aptitud del terreno para Urbanización. Las pendientes fuertes no solo suelen estar asociadas a inestabilidad del terreno, sino que encarecen los costos de construcción por la necesidad de excavaciones y relleno, así como

por los costos de adecuación: construcción de vías, de acueductos, de alcantarillados. Para el estudio se debe tomar en cuenta que las pendientes con inclinaciones mayores de 25% (>14°) son muy difíciles de utilizar para urbanizaciones normales.

b) Las formaciones superficiales

Se utiliza este nombre para designar los materiales que afloran en la superficie de la tierra, ya que el término de "suelos" tiene connotaciones diferentes en distintos campos.

Esto se basa en el conocimiento geológico. Las formaciones superficiales son unidades diferenciadas de materiales con naturaleza física diferente; se exponen en superficie y llegan a alcanzar espesores importantes. Constituyen la base de apoyo de las obras civiles, por lo cual el conocimiento de su naturaleza, características y fenómenos a los que están sometidos es básico en la planeación del medio físico.

Las formaciones superficiales más importantes son: los depósitos de lacustre aluvial, los depósitos fluviales y vertientes colino-montañas.

Los rellenos artificiales no compactados son los más importantes de señalar, ya que suelen tener pésimas propiedades geotécnicas. [Ver lámina de intensidades sísmicas N° 6.13]

La identificación y correcta descripción de las formaciones superficiales, es por lo tanto de máxima importancia, porque va a permitir el enfoque geotécnico del estudio. La elaboración de este mapa estuvo a cargo de un geólogo que tuvo conocimientos en geomorfología del Cuaternario.

c) Los Procesos y las amenazas naturales

Los procesos geológicos de interés son en este caso los que pueden generar amenazas (peligros). Se ha podido constatar que en la zona de estudio se producen inundaciones, además en la zona alta donde está localizada parte de la población (YAUYOS), la erosión se manifiesta en forma de cárcavas, que es un fenómeno geodinámico que se está desarrollando en laderas y terrenos inclinados que tienen limitada cobertura vegetal.

La amenaza sísmica está también presente mediante el sistema de fallas que se observan de dirección andina (NO-SE) y E-O, dos de las cuales atraviesan la ciudad como se puede ver en los mapas respectivos. Y también se presenta el fenómeno karstico que está afectando grandes áreas distribuidas entre la margen derecha del río Mayupata (Paca) y el canal de desagüe de la Laguna de Paca (colina de la margen derecha de la cuenca de la Laguna) zonas que estarían relacionados con hundimientos y formación de tragaderos ó cavernas subterráneas con fuertes filtraciones (en calizas) que imposibilitaría el aumento del volumen de agua de la Laguna por este fenómeno. El cómo identificar los procesos geológicos existentes ó latentes y cómo evaluar las amenazas que pueden generar; es un tema cuya gran importancia debe ser visualizado por parte de los responsables tanto de la Planificación como

de la Mitigación y Prevención de Desastres. Retomando en forma inversa los procesos mencionados, las posibilidades son las siguientes:

c.1) Amenaza sísmica

Una zonificación muy aproximada del territorio Peruano en función de las amenaza sísmica, fue publicada en el Código Peruano de Construcciones Sismo-resistentes. Pero esta información debió ser mejorada a nivel de Microzonificación, con base en otras fuentes de información, tales como:

- Investigación con los habitantes de la localidad de ocurrencia de sismos pasados y de su intensidad,
- Recopilación y reinterpretación de los datos sísmicos disponibles en archivos históricos (Conventos e Iglesias) y en observatorios sísmicos.
- Obtención de información geológica acerca de sismos antiguos, lo que implica la elaboración de trincheras y la datación de las capas afectadas por fracturas.
- Instalación de una red permanente de sismógrafos a nivel regional. Actualmente solo funcionan la estación de HUAYAO.
- Instalación de redes temporales de acelerógrafos.

De las anteriores, se pudo contar con las tres primeras fuentes de información del cual se pudo obtener un estudio "normal" de amenazas, ya que las otras implican cuantiosas inversiones y personal científico especializado. Los resultados que se obtuvieron se observan en el mapa de amenazas N° 8.1 en el que se gráfica las dos líneas de falla (que se obtuvieron de la fotointerpretación geológica). Una línea de falla conocida de orientación E-O y otra línea de falla inferida de orientación de orientación NO-SE con sus respectivas distancias mínimas requeridas entre las construcciones de importancia y las fallas, según ordenanzas municipales del estado de California (EE.UU) para la falla de San Andreas. También se obtuvo el mapa de distribución de intensidades probables en la zona, basados en las características del material base y las intensidades esperadas planteadas para cada uno de estos tipos de suelos, según estudios del Ing. Julio Kuroiwa H. (MMLA-92)

c.2) Amenaza por Inundaciones

Como en el caso de la evaluación de la inestabilidad de las pendientes, también existen varios métodos para determinar las zonas inundables.

El más sencillo consistió en un inventario de formas de terrenos y de otras evidencias que permiten deducir la ocurrencia de inundaciones pasadas: geoformas, desarrollo de suelos, vegetación, tradición de los habitantes, fotos aéreas, etc.

El otro método es el cálculo de la probabilidad de que se produzca una creciente determinada,

que a su vez se basa en los datos meteorológicos e hidrológicos disponibles. Estos últimos suelen ser datos relativamente escasos. Para nuestro estudio se tuvo en cuenta ambos métodos y que nos permitió determinar lo cartografiado de las zonas inundables (para diferentes periodos de retorno) que es de fundamental importancia en la preparación de un Plan de Desarrollo en las zonas expuestas a Inundaciones específicamente.

El mapa de amenazas N° 8.1 presenta las zonas inundables dentro de la ciudad, debido a precipitaciones excesivas verificadas en campo, durante el tiempo que se recopilaba información. Así también se gráfica la zona inundable por el río Yacus en el sector NE de la ciudad, por desborde de sus aguas y que se ve en mayor detalle en el plano de inundaciones. Las anteriores son las amenazas más comunes en la ciudad de Jauja, presentadas en una forma breve. Existen otras, como la presencia del fenómeno carstico o la eutrofización de las aguas de la Laguna de Paca, que pueden ser localmente de gran importancia y que por lo tanto deben continuar las investigaciones en ese sentido.

c.3) Amenaza por deslizamiento y erosión

Para detectar la posibilidad de que se produzca un deslizamiento o erosión en un lugar determinado, se puede recurrir a varios métodos, cuyos costos son muy variables. El más sencillo, exige un adecuado conocimiento geomorfológico, que consiste en evaluar la amenaza a partir de la identificación de los factores que han provocado anteriormente movimientos de masa en áreas circundantes con características similares (zona del Pte. Stuart). Ese método exige experiencia tanto en el comportamiento geotécnico de las rocas y suelos como en el conocimiento de mecanismos de iniciación y desarrollo del proceso, ya que se procede por medio de extrapolación de las deducciones obtenidas. Mediante este método se pudo obtener el mapa de amenazas N° 8.2 en el que se gráfica este tipo de amenazas que se puede presentar en las zonas altas de nuestra área de estudio.

En el otro extremo, se podría realizar un estudio geotécnico detallado de estabilidad de taludes, que implicaría costos muy altos y por lo tanto este tipo de estudio debe reservarse para áreas limitadas cuya inestabilidad amenazaría obras o propiedades muy valiosas. Además, este tipo de análisis debe ser complementado por el diseño de los tratamientos correspondientes. Esto último, escapa por el momento de los alcances de la presente tesis. La evaluación de una posible amenaza por erosión superficial se llevo a cabo por evaluación directa de los factores que la producen. En el capítulo 7 se dan las pautas para recomendar su tratamiento con base en una inspección visual detenida.

8.1.2.5.- Identificación de los recursos naturales

La investigación de los recursos naturales no debe limitarse a la de los minerales metálicos de importancia económica, tal como lo cree la mayoría de la población, pues existen otros

aspectos de importancia que deben estudiarse como por ejemplo:

° *Los recursos minerales no metálicos, particularmente en las zonas que pueden eventualmente dedicarse a expansión urbana. Un recurso fundamental para el desarrollo de una población es la presencia de materiales de construcción: materiales para afirmado y relleno, arena y arenilla, arcillas para ladrillos y tejas, etc.*

Los posibles lugares de explotación deben ser identificados y las extracciones deben ser reglamentadas, con el fin de evitar consecuencias nocivas. Las aguas tanto superficiales como subterráneas, son indispensables para la supervivencia de cualquier aglomeración urbana. Su origen debe ser identificado y se deben tomar las medidas para garantizar el suministro sin contaminación. Dentro de este punto es necesario resaltar la contaminación que esta sucediendo en la Laguna de Paca (eutrofización) y que podría afectar a este ecosistema en forma irreversible.

° *Los suelos agrícolas constituyen un recurso valioso que en la zona se presentan en grandes extensiones. Al tomar la decisión de sustituirlos por áreas urbanas, se produce un proceso irreversible cuyas consecuencias deben ser analizadas.*

° *Los bosques naturales son prácticamente los únicos ecosistemas que pueden conservar intacta la flora y la fauna original de la región. Sería recomendable que el Municipio adquiera y preserve un área con su vegetación natural (bosques) de tal forma que se asegure el suministro permanente de agua en esta zona. (mediante acueductos, sistemas de riego y evitar la tala indiscriminada de árboles). Hay que tener en cuenta que para la identificación de amenazas naturales, esta cuenca debe ser estudiada con el fin de reconocer posibles problemas y plantear sus soluciones. La lamina N° 8.3 identifica estos recursos anotados anteriormente en nuestra zona de estudio, con las limitaciones que la escala gráfica nos permitio.*

8.1.2.6.- Mapas de aptitud para usos del suelo

El mapa de aptitud para ocupación urbana es la culminación del punto anterior. Es decir, resulta de la combinación de mapas primarios que incluyen el:

-Mapa de pendientes

-Mapa de formaciones superficiales (Mapa de intensidades probables) y los

-Mapas de amenazas (ó peligros)

En esta parte sería recomendable complementar a las anteriores, un mapa del uso actual de los suelos (lamina N° 1.1). El producto no solo será una simple superposición de los mapas anteriores, sino el resultado de un proceso analítico que sería complementada con la

participación del Urbanista, responsable de elaborar el futuro plan de desarrollo.

Si posteriormente integramos a los parametros anteriores, la distribución de los recursos se obtendra el geopotencial de la zona de estudio. Con ello se logra una representación simultanea de los recursos y de las restricciones para el uso, que permita una elección racional del mejor aprovechamiento posible de la tierra en función de su vocación natural.

El producto final que es el mapa de aptitud para ocupación urbana (Ver lamina N° 8.4) es una demostración de la utilidad del metodo de la Microzonificación.

En ella, con el fin de facilitar su utilización por los usuarios, contiene unas convenciones para que sean fácilmente aplicables por personas sin conocimientos previos en geología, hidrología y otras disciplinas. Para la ciudad de Jauja, dichas divisiones fueron las siguientes:

- I.- AREAS URBANIZADAS** **[Categoría 1]**
- a) Areas sin problemas aparentes
 - b) Con problemas potenciales
 - c) Con problemas detectados

- II.- AREAS NO URBANIZADAS**
- URBANIZABLES** **[Categoría 2]**
- a) Sin problemas aparentes
 - b) Con potencial urbanístico restringido

- III.- NO URBANIZABLES** **[Categoría 3]**
- c) De conservación, sin problemas aparentes
 - d) De conservación, con problemas detectados

En el caso de las áreas I-a, el uso urbano puede seguir sin que se tenga que tomar medida alguna pues no se ha detectado problemas.

Para el caso I-b puede ser necesario investigar los problemas e invertir los fondos necesarios para lograr una recuperación. En este caso, se trata de terrenos con áreas colindantes a instalaciones expuestas a explosiones (Cuartel del Ejercito), asentamientos del terreno por la humedad del suelo, aniegos por incapacidad de los canales de evacuación de lluvias, edificaciones de adobe de más de 100 años de antigüedad entre otros.

En el caso I-c, los problemas pueden ser tratados, hasta de una gravedad tal que requieran la evacuación del lugar. En estas áreas se presentan calles angostas (6 metros) que imposibilita el tránsito en dos sentidos, mal estado de conservación de las viviendas habitables, edificaciones de adobe de dos pisos de gran altura con cobertura de tejas muy pesada y sin mantenimiento (> 8 metros), zonas de inundación sin limpieza (ó mantenimiento) por colmatación de los canales de evacuación debido a lluvias extraordinarias.

Entre los dos casos anteriores, lo mismo que entre las demás divisiones, es a veces difícil

establecer un límite bien claro. Pero las divisiones tienen la ventaja de obligar a establecer categorías que son útiles para planificación posterior.

Para las áreas no urbanizadas, se reconocen 4 tipos ; entre las urbanizadas (Categoría 2) las que no tienen problemas potenciales de estabilidad y que corresponden al grupo II-a con potencial urbanístico por el momento.

Por otro lado, existen las que requieren de medidas de adecuación, estabilización entre otros factores y que corresponden al grupo II-b que comprende terrenos de topografía accidentada con pendientes pronunciadas; terrenos con materia orgánica y probable napa freática alta , así como también comprende terrenos con problemas de erosión por la formación de cárcavas ó próximos a canales de evacuación pluvial sin mantenimiento. (Ver lámina N° 8.4)

Entre las no urbanizables (Zona de bosques y cultivos)(Categoría 3) existen las que pueden conservar su uso actual III-a donde existen terrenos de cultivo, así como terrenos boscosos y con gran potencial ecológico. Es necesario su conservación por parte de la Municipalidad de la Provincia para otorgarle un mejor tratamiento.

Y por último las que deben ser intervenidas, que corresponde al grupo III-b porque aunque no se vayan a urbanizar pueden causar problemas a otras zonas ya urbanizadas ó urbanizables. Esta área que comprende el Conjunto Habitacional se identificó con peligro de inundación por invasión del cauce del río Yacus.

Los mapas anteriores, no son mapas geotécnicos detallados ni lo sustituyen, pero son una base valiosa para decidir acerca de la necesidad de estudios más amplios, que permiten orientar el Plan de Desarrollo. Es fundamental que este proceso, comprenda un trabajo de campo detallado y no se limite a una simple fotointerpretación pues estará acompañado de un monitoreo de la zona de estudio.

Los profesionales involucrados fueron geólogos; con conocimientos en geomorfología del cuaternario y geotécnicos siendo esto último acompañado de calicatas para el análisis de perfiles (zonas de mayor posibilidad de expansión), para lo cual se contó con el apoyo de la Administración Municipal, que suministraron el personal y el equipo necesario. Finalmente es necesario convencer a los usuarios (Alcaldías, Oficinas de Planeamiento) de que son mapas que deben ir complementándose y modificándose a medida que aumentan los datos disponibles y sean agregados a los mapas originales, para ser tenida en cuenta en decisiones futuras. Este último proceso se simplifica bastante puesto que se disponía de un sistema de información geográfica por computadora que nos permitió almacenar los datos disponibles en tiempo real.

8.1.2.7.- Mapa de Microzonificación y Plan de emergencia

Al superponer los planos anteriores y compatibilizar los resultados de los estudios de intensidades sísmicas esperadas (probables), el peligro de inundaciones por desborde del río Yacus y de los canales de evacuación de las lluvias, la amenaza sísmica y la erosión.; se obtuvo el plano de Microzonificación de la ciudad de Jauja (Ver lámina Nº 8.5)

Este es un valioso documento para el Plan de usos del suelo que permitirá la expansión de la ciudad hacia los sectores más seguros, tanto para las edificaciones como para los servicios públicos vitales como agua, desagüe, energía, transportes y comunicaciones.

Por otro lado, si al mapa de amenazas (o peligros) y el de aptitud para usos del suelo, se complementan con un mapa del estado de las construcciones y de localización de las edificaciones de mayor interés colectivo (hospitales, puestos de salud, estaciones de bomberos, escuelas, etc.) con sus respectivos análisis de vulnerabilidad (Ver Láminas 6.10, 6.11, 6.12) se podría elaborar un mapa preliminar de riesgos.

Este mapa se convertiría en una base imprescindible para obtener el Plan de Emergencia que debe tener cualquier Municipio y lo debe establecer el Sistema Nacional de Defensa Civil para la prevención y atención de desastres.

Es de suponer, que dicho Plan de emergencia debe contar en primer lugar con la identificación y localización de las amenazas naturales.

Para la presente tesis este mapa de riesgos pudo obtenerse, pero en forma restringida a la Zona Monumental, el cual nos permitió elaborar un mapa de áreas de evacuación y zonas críticas en caso de desastres en la referida zona. (Ver lámina 8.7) Pues una mayor cobertura escapa por el momento a los alcances de esta tesis.

8.2.- Análisis y elección de las áreas de expansión

En los capítulos precedentes se ha analizado las condiciones Locales y Regionales de Jauja, y la situación actual del área urbana; y precisamente el desarrollo de estos capítulos ha permitido conocer la realidad concerniente al tema de interés.

De este conocimiento se puede inferir que la existencia de problemas y peligros son debidos principalmente al crecimiento desordenado y no controlado de la ciudad. Estos problemas y peligros pueden estar ya potencialmente presentes o pueden presentarse con la ocurrencia de un eventual desastre natural.

8.2.1.-Tendencias de crecimiento ó expansión

En el proceso de Urbanización, la fisonomía de las ciudades han ido variando de acuerdo a sus posibilidades de crecimiento. Para el caso de Jauja, se ha visto favorecida por la topografía y es así como se ha dado hacia el Noreste de la Ciudad en dirección al Cementerio; por la Av. Motto Vivanco; por detrás del Hospital, hacia el Este; por la salida hacia Paca (Jr. Tarma); y por el Sur hacia la salida de Huancayo (Av. Ricardo Palma) principalmente.

Otros elementos que han ayudado a este desarrollo como se dijo anteriormente es la presencia de la Carretera Central y la vía férrea, al constituirse en importantes conectores de Jauja con el resto de los centros poblados del valle y de la Costa generándose una dinámica urbano comercial atractiva en la ciudad. De otro lado, el crecimiento hacia el Oeste se halla limitado por los cerros que bordean JAUJA; hacia esta dirección; aunque la población de menos recursos esta instalando y construyendo sus viviendas precarias en estas zonas por tratarse de terrenos de menor valor agrícola; y ser de Propiedad Estatal. La expansión toma por tanto, forma perimétrica y que de ser posible una Planificación Urbana, aún no se aplica eficiente y técnicamente.(2)

8.2.2.- Areas en expansión

Estas areas se pueden dividir en dos tipos:

8.2.2.1 .- Areas de expansión espontanea

Estas áreas se originan como consecuencia de un planeamiento inadecuado, al problema grave de la tenencia de la tierra, a los bajos recursos económicos de la población y al incremento demográfico. Podría clasificarse esta expansión en las que se ubican sobre terrenos accidentados (Yauyos) y las que se ubican sobre terrenos planos (Conj. Hab. RIO VERDE), estos últimos tienen un alto riesgo de ser arrasadas si ocurre un desbordamiento del río Yacus como el ocurrido en la primera quincena de Febrero del año 1995. Estas zonas tienen la ventaja de estar conectadas al área central de la ciudad mediante vías principales (Av. Luis Bardales) estar en zonas planas y contar con servicios públicos.

Para el caso de las zonas altas (AA.HH. de Yauyos) por su topografía accidentada, los servicios domiciliarios son restringidos, además que el manzaneo en casi todas estas áreas es irregular, presentando una difícil accesibilidad por sectores además de presentar viviendas de adobe en alto porcentaje.

8.2.2.2.- Areas de expansión propuesta ó planificada

Cuando hablamos de este tipo de areas, nos estamos refiriendo a la zona de AA.HH. como el Horacio Zevallos, que en un principio fueron invasiones y que luego fueron ordenándose para finalmente realizar y ejecutar algunos proyectos de Planeamiento y saneamiento en el referido asentamiento. De otro lado, no se aprecia en estas areas, suficientes terrenos de recreación, para el tamaño y extensión de la población, por lo que se plantea el adoptar algunas areas verdes como las que se encuentran en las instalaciones del Hospital Olavegoya. Para ello sería necesario, contemplarlos en el Plan de Usos de Suelo e infraestructura para este sector, por considerarse desde el punto de vista físico la mejor zona.

Desde el punto de vista de las condiciones naturales, la ciudad se puede clasificar en dos zonas:

Zona BAJA: Como ejemplo se podría presentar el caso del Conjunto Habitacional RIO VERDE que no es propicia para la expansión, pues es necesario la aplicación de cimientos especiales ó una estructuración especial, además de estar acompañado con las respectivas defensas y encauzamiento de las margenes en las zonas más vulnerables. De ser posible, esto último en los próximos años, los costos de su habilitación para ocupación urbana serían demasiado altos.

Mas hacia el Sur del Valle los terrenos son propicios para la urbanización pero con el inconveniente de que dichas tierras tendrían que ser expropiadas de sus actuales propietarios, lo cual involucraría tramites legales fundamentalmente. También sería correcto plantear la reubicación del Cuartel Militar pues es un factor limitante en esta zona al igual que el Hospital Olavegoya (y que sería conveniente su seccionamiento para así permitir la prolongación del Jr. Acolla) pues son dos factores que condicionan el desarrollo urbano.

Zona ALTA: También es ideal para la expansión pero con problemas de que tipo de suelo se estaría tratando debido a que no existe un estudio técnico de ellos, además de su topografía accidentada que encarece la construcción (cimentaciones con muros de concreto armado para aprovechar los desniveles) pero que es determinante para consolidar asentamientos de tipo urbano en esta zona.

En suma, es necesario Reglamentar ó Normalizar la construcción en la ciudad, pues debemos partir del hecho que actualmente no se cuenta con un control de como deben ser las edificaciones, más aun muchas de ellas se construyen sin respetar la identidad de la región, rompiendo el contexto de la misma.

Existen otros factores infraestructurales también importantes, como son las vías de comunicación, que han hecho sentir su influencia en la expansión urbana. Tal es el caso de las Av. Luis Bardales, la Av. Ricardo Palma y la Av. Francisco Carle que han propiciado un desarrollo del crecimiento urbano de forma semi-elíptica como se observa en los mapas.

La influencia de estas vías ha incidido solamente en la zona SE de la ciudad en dirección al polo de atracción de Huancayo (conurbacion) no presentando un destacado desarrollo en los otros sectores.(2)

8.2.3.- Requerimientos de area urbana

En 1986 la Ciudad de Jauja ocupaba un área de 290 Has. con una densidad bruta real de 86 hab./Ha. .Para el año 1995 se requiere de 45 Has., para absorber el incremento poblacional del período 1988-95, si se asume una densidad bruta normativa de 90 hab/Has. Si a esto le añadimos las 25 Has. que requiere CENTROMIN (de ser factible dicho Asentamiento) tendremos un requerimiento total de 70 Has. para el año 1995. (Ver cuadro 8.1). La

disponibilidad actual de área urbana para la ciudad de Jauja se refiere al área resultante entre el área programada por el PLAN URBANO elaborado por el Municipio de Huancayo (400 Has.) y el área urbana de 1988(315 Has.) y que asciende a 85 Has. (400-315 Has.), por lo que se puede establecer que para 1995 se presentará un superavit de 15 Has., ya que el requerimiento a ese año es de solo 70 Has. (siempre que se apruebe dicho Plan). Sin embargo, estas áreas disponibles se encuentran dispersas y fraccionadas en todo el entorno urbano.

Como se ve, si bien existe disponibilidad de terrenos que cubre el requerimiento total de área urbana para el período 1988-95; dicha área se encuentra fragmentada. Por otro lado; según el documento "ESQUEMA DE ORDENAMIENTO DE JAUJA" realizado por INADUR, se plantea la propuesta de Expansión Urbana (97 Has.) según el siguiente cuadro:

CUADRO 8.1 PROPUESTA DE AREAS DE EXPANSION

EXPANSION	POBLACION (Habitantes)	DENSIDAD Hab./Has.	NUMERO DE LOTES	AREA LOTE PROM. (m2)	AREA TOTAL (Has.)
T3	480	80	102	580	6
T4	1400	40	298	1000	35
T5	720	80	153	580	9
T7	3760	80	800	580	47
TOTAL	6360	---	1353	---	97

Comparando ambos resultados, se observa que las áreas disponibles de urbanizar en la zona de estudio es de 191 Has. en total, donde el terreno T3(44Has) y T'3(6Has) difieren en extensión pero no en ubicación. Siendo por ello factible un aumento en el número de viviendas acorde con el crecimiento poblacional, facilitado por la disponibilidad de terrenos aptos para la expansión.

Si se asume que en los proximos 10 años (1995-2005), se mantendrá un promedio de 5 Hab/viv.; este índice servirá para proyectar las demandas de viviendas al 1995 y 2005.

De tal forma, que la demanda en el período 1995-2005 en terminos de población, ascendería a 11935 habitantes, sin embargo serán necesarios 1591 nuevas viviendas. Tomando en cuenta los datos planteados anteriormente se puede considerar como área de expansión para el año 2005 de 100 Has. de nuevas tierras, con una densidad media de 120 hab/Has y con valores que fluctúa de 130 a 80 hab/Has. como límites, según el estudio de proyección llevada a cabo por el Proyecto, que estarian dentro de las areas de expansión disponibles (191 Has)

Como se puede prever, los requerimientos de suelo urbano al 2005 ascienden a 100 Has

aproximadamente, las que deben cumplirse con el Planeamiento de estas áreas de expansión.

Por ejemplo; se hace necesario, dada la tendencia de conservación de tierras de cultivo estudiar la posibilidad de incentivar el crecimiento hacia el SO de la ciudad, por ser terrenos de bajo costo, no aptos para la agricultura por su baja calidad agrológica, y que están siendo consolidados sin ningún criterio técnico.(3)

8.2.4.- Selección de las áreas.

De la evaluación de factores realizada, los terrenos en orden de priorización serian los siguientes:

1era Prioridad :

(T1) Terreno de 8 Has., al Sur de la ciudad, inmediato a la Av. Ricardo Palma, vinculado además, con las áreas consolidadas de los distritos de Jauja y Sausa, presenta una disponibilidad en lo referente a Servicios Públicos y equipamiento urbano óptimo. Se encuentra en el Programa de Expansión de 1993 dentro del área programada.

(T5) Terreno de 9 Has. y que se ubican al sur de la ciudad con proyección de 153 lotes de vivienda y una densidad de 80 hab/has.

(T7) Al igual que T6 tiene todas las posibilidades de un densificación a corto plazo. El área comprendida en este terreno es de 47 Has. Tanto el terreno T6 como el T7 están inmediatos a la vía de Evitamiento y la Av. Francisco Carle.

2da Prioridad :

(T2) Terreno localizado al Este de la plaza de armas de la ciudad inmediato al área consolidada del distrito de Jauja, con un total de 22 Has., en un área identificada como Pre-urbana por el esquema de expansión de 1993.(3.5 Has. dentro el área urbana programada y 18,5 Has, fuera de ella.) Tiene una relación inmediata con el equipamiento existente y mediata con la actual disponibilidad de servicios públicos.

(T6) Al SE de la plaza principal de la ciudad son las más optimas pues no presentan accidentes de terreno. El área del terreno es del 20 Has., actualmente en consulta con la Municipalidad de JAUJA. Esta inmediata a la Av. Francisco Carle que constituye una vía principal y de enlace interregional.

3ra Prioridad :

(T3) Terreno localizado hacia el Norte de la plaza de armas de la ciudad, inmediato a la vía de salida hacia la Laguna de Paca. Su superficie es de 44 Has., de las cuales 10 Has. se encuentran dentro del área urbana programada y 34 Has., en una posible área de expansión según el Proyecto. Su equipamiento urbano y los servicios públicos es relativamente

mediata.

4ta Prioridad :

(T4) Terreno de 35 Has.; se localiza íntegramente en una "posible área de expansión" identificada por este proyecto en consulta con el Municipio de Yauyos. Se ubica hacia el Suroeste de la plaza principal de la ciudad, inmediato a la Av. Ricardo Palma que constituye una vía principal de enlace interregional. Tiene una relación cercana con los servicios públicos existentes, pero en relación con el equipamiento urbano es deficiente por estar alejada del área consolidada y su topografía accidentada.

(T8) Terreno al NE de la Plaza y que está expuesta a inundaciones periódicas por el desborde del río Yacus, como los ocurridos en el Conjunto Habitacional RIO VERDE. Tiene un área de 7.0 Has y que requiere previamente de estudios de hidráulica fluvial, defensas ribereñas y otras medidas.

-Podemos destacar que la habilitación urbana en el área **T1** es óptima pero limitada por estar próximo a una zona de gran valor arqueológico (ruinas preincas) siendo necesario realizar una evaluación de los alcances que tendría su ejecución. Su habilitación mediata no es posible por ser privada.

-Las áreas **T5** y **T7** son terrenos que tendrían dificultad en su seguridad (por su proximidad al Cuartel Militar) y en el uso que se está dando actualmente (agrícola), los que podrían superarse mediante una reubicación del Cuartel y/o venta de los terrenos a un justiprecio.

-El área **T2** son terrenos próximos al área consolidada y es una zona vulnerable por su cercanía al Aeropuerto y al canal principal de evacuación de las aguas pluviales de la ciudad. Esto podría corregirse con una zonificación del Aeropuerto y el encauzamiento permanente del canal. Actualmente son de propiedad privada.

-El área **T6** son terrenos que bordean el límite del área urbana y de intangibilidad agrícola, programada por este trabajo, razón por la cual su zonificación debería ser muy estricta a fin de no exceder esta frontera (y ocupar las áreas agrícolas que allí comienzan) así como su falta de seguridad (próximos al Aeropuerto y Cuartel Militar) Por el momento son terrenos agrícolas en pequeña escala.

-El área **T3** es una zona de posibles deslizamientos (por sectores) de los terrenos en pendiente (taludes) que bordean la vía de salida a Acolla (Ver fotos). Su habilitación sería costosa por la topografía accidentada y posibles asentamientos del subsuelo (presencia de materia orgánica). Actualmente es terreno agrícola

-El área **T4**, su habilitación urbana sería demasiado costosa por su topografía accidentada, además de las depresiones y pendientes pronunciadas de algunos sectores, que lo hacen inestables. Sería necesario tomar medidas para evitar la erosión; formación de cárcavas y deslizamientos mediante áreas verdes de conservación. Su empleo actual es agrícola.

-El área **T8** por ser terrenos eriazos, son más factibles de ser ocupadas. Para evitarlo sería

necesario realizar estudios para la zonificación del río a fin de evitar posibles desastres por desbordes del río Yacus. Por el momento, se debe tratar este sector como áreas de recreación abierta.

Las áreas más viables de ser urbanizadas, tomando en cuenta los criterios expuestos en capítulos anteriores son los que corresponden a los terrenos T5, T6 y T7 que cubren un total de 76 Has. disponibles.

Por la forma, como se viene expandiendo la ciudad, podemos definir que esta expansión se viene realizando sobre zonas planas hacia el S y SE de la plaza principal de la ciudad (como se esta planteando anteriormente con los terrenos por urbanizar) pero considerando algunas restricciones de tipo físico y legal. Por otro lado, debemos agregar que a pesar que las partes altas periféricas de la ciudad; se van a seguir expandiendo espontánea y lentamente, a la vez que sufriendo el proceso de densificación, estas zonas (T1 y T4) no son aptas por presentar problemas de seguridad física, encarecimiento de los servicios vitales y de la construcción, por lo que seguirán las características rurales precarias y vulnerables a desastres tales como deslizamientos y erosión.

8.3.- Lineamientos de Desarrollo

8.3.1.- Concepción del Desarrollo Urbano

JAUJA se encuentra, formando parte del sistema urbano integrado por las Provincias de Huancayo, Concepción y Jauja, siendo la primera considerada como centro principal del Macro-sistema urbano, la segunda como centro urbano secundario del sector (Concepción) y Jauja como centro urbano principal del mismo. Para el rol político-administrativo les corresponde, las funciones predominantes que están relacionadas con las actividades comerciales y de prestación de servicios. Esta zona debe cumplir en la perspectiva del desarrollo de la sierra central, funciones como:

- Apoyar el desarrollo de las actividades productivas de su área de influencia, concentrando la infraestructura de apoyo a esas actividades.*
- Apoyar el desarrollo de la industria turística, la agroindustria y la industria ligera y*
- Nuclear la población urbana evitando que se ubique sobre terrenos de cultivo.*

Específicamente en el caso de Jauja, este centro poblado le corresponde complementar la función de apoyo y servicios que asume la ciudad de Huancayo.(2)

8.3.2.- Roles y funciones de Jauja

Dentro del esquema planteado y teniendo en cuenta su ubicación en el Sistema Urbano

Nacional (1), en el subsistema urbano, del valle del Mantaro, es que se determinan los roles y funciones que cumplirá el centro poblado de Jauja para el desarrollo de su área de influencia.

Se le asigna el 5º rango jerárquico, correspondiéndole la función como centro Urbano principal del sector, tipificándolo como centro de apoyo a la producción y de prestación de servicios.

En la actualidad, viene cumpliendo aunque en forma restringida, los roles y funciones que se le asignan en este plan; las restricciones se deben básicamente al limitado apoyo que recibe para aumentar su servicio, tanto en el mejoramiento de su infraestructura productiva como para la ampliación de su infraestructura de servicios. Sin embargo, concentra los principales servicios sociales (Educación y Salud) de su área de influencia, a pesar del cual no le permite prestar una adecuada cobertura del servicio debido a la falta de implementación.

Teniendo en cuenta la situación actual y que presenta signos favorables para la consolidación de sus roles y funciones se hace necesario ampliar su infraestructura (tanto de apoyo como de servicio) para fortalecer el desarrollo de sus actividades y así consolidarlo como verdadero centro de apoyo para el desarrollo integral de su área de influencia.(2)

8.3.3.- Imagen objetivo

La consolidación de los roles y funciones asignadas a Jauja deberán lograrse a través de la dinamización de las actividades urbanas que sean el resultado del incremento de la producción y de la productividad de las actividades económicas, agrícolas, comerciales y de servicio que representan las de mayor potencialidad en su área de influencia.

En tal sentido y con la finalidad de coadyuvar a dicha consolidación, este centro poblado deberá responder a los requerimientos que el fortalecimiento de su rol demande y dentro de las previsiones que se tomen para el crecimiento poblacional, durante los próximos 10 años.

En el campo de la actividad comercial, será necesario normar y regular su ejercicio brindando especial atención al uso de la infraestructura ya instalada, así como asignando áreas específicas para la concentración de los comerciantes informales del casco urbano, donde puedan ejercer su actividad de manera ordenada y bajo el control de las autoridades. Dentro de este contexto y ante la necesidad de promover y alcanzar un mejor nivel de vida de la población se plantea:

a) Incrementar la dotación de servicios básicos de agua y desagüe que contribuyan a elevar el nivel de saneamiento de la población.

b) Implementar, mejorar y ampliar el equipamiento urbano dando prioridad a los servicios de salud y educación.

c) La localización y reforzamiento de áreas a ser destinadas al desarrollo de actividades productivas, en especial la agroindustria.

d) La reorganización del servicio de transporte dotándolo de la correspondiente infraestructura de embarque y desembarque de pasajeros, sobre todo, para el servicio interurbano e

interprovincial; así como el ordenamiento del diseño del tráfico vehicular y evitar el congestionamiento principalmente de los alrededores del complejo de mercados.

e) La localización de áreas potenciales para habilitación urbana en zonas de posible expansión de la ciudad, debiendo tenerse en cuenta los aspectos de legalidad, topografía del terreno, medidas para la evacuación de aguas pluviales, suelos, peligros potenciales, etc.

f) La renovación progresiva de las zonas urbanas, principalmente del casco central antiguo (Z.M.), mediante la ejecución de acciones de promoción municipal y de carácter financiero, así como dar una adecuada solución a las áreas problema de la ciudad, que no son compatibles con su entorno.

g) El mantenimiento de las áreas de protección, referidas a zonas potencialmente consideradas como no aptas para uso Residencial-industrial, Comercial por ser áreas previstas para reforestación y amortiguar la acción erosiva y mantener la conservación del medio ambiente.

Para lograr el objetivo planteado de la imagen objetivo se plantean dos etapas de desarrollo: La primera (1995-2000) tiene como finalidad sentar las bases para consolidar Jauja como el principal centro poblado de su área de influencia.

La segunda (2000-2005) tiene por objetivo fortalecer sus roles y funciones a fin de actuar como difusor de desarrollo en su área de influencia. La determinación de estas etapas permitirán prever las acciones de implementación de un Plan así como programar la ejecución de los proyectos prioritarios de desarrollo urbano durante los próximos 10 años.

8.3.4.- Lineamientos para el Plan de ordenamiento ambiental de la Laguna de Paca y zonas aledañas.

Los lineamientos para el desarrollo de la conservación del medio ambiente son:

1) Evitar y reordenar toda actividad humana que pueda atentar contra la ecología del medio en especial de la Laguna de Paca y zonas aledañas.

2) Los programas de reforestación en estas zonas, debe realizarse con especies nativas preferentemente, orientados a mejorar la protección de la cuenca, con especies arbóreas y arbustivas como el quinhual, quishuar, pacto, retama y el roque, aliso, sauco.

3) Promover el repoblamiento de la vegetación nativa de la zona, especialmente en las áreas de vertientes, mediante medidas de control, tales como; evitando el pastoreo de cualquier tipo de ganado, evitando la extracción de especies arbustivas para leña y evitando prácticas de cultivo en áreas no aptas para este fin (cima de las colinas). Este repoblamiento significaría el repotenciamiento de la fauna (avifauna).

4) Impedir la caza indiscriminada de la fauna silvestre existente, sobre todo de especies propias de la región (tales como las aves: zambullidor pimpollo, polla de agua, corbatita pico de oro, etc.) Por ello la caza deportiva estará regulado por la autoridad competente.

5) En las áreas de cultivo, se deben intensificar programas de agroforestería, utilizando árboles nativos, además del eucalipto, orientados a resaltar la belleza escénica de la zona (especies como el sauco, guindon, aliso y pacto)

6) Restringir al máximo la extracción no controlada de la totora y otras especies vegetales. Para el efecto, se requerirá concertar con los usuarios a fin de realizar una explotación racional, previamente será necesario el repoblamiento de dicha especie, en toda la zona litoral y así también evitar el pastoreo de ganado en los totorales, especialmente en época de anidación de aves, por cuanto dicha práctica contribuye a la degradación de la flora y por consiguiente el hábitat natural de las aves acuáticas.

7) Evitar que los desagües domésticos emanados por la comunidad de PACA, recreos turísticos y caseríos aledaños, sean vertidos a la laguna; esta acción, puede ejecutarse construyendo un colector general de las aguas servidas que se conecte con el sistema de alcantarillado de la ciudad de Jauja.

8) Controlar el uso excesivo (sin criterio técnico) de abonos sintéticos y pesticidas en la práctica agrícola realizados en áreas circundantes y de influencia de la Laguna, para el efecto se propone usar abonos orgánicos (humus) preferentemente, que son correctores tanto de las propiedades físicas, químicas como biológicas del suelo; y promover que el uso de abonos sintéticos debe ser bajo estricto criterio técnico.

9) Se debe evitar el uso de detergentes sintéticos en prácticas de lavado de ropa en las orillas de la Laguna, en todo caso y mientras se implementa las medidas correctivas definitivas podría usarse los jabones que son biodegradables. Esta acción deberá compatibilizarse con el colector propuesto.

10) Sustituir el sistema de embarcaciones a motor, por la contaminación que producen tanto por los derrames de hidrocarburos así como por ruido que ocasionan dichas embarcaciones. Alternativamente se debería usar embarcaciones a remo o vela o en todo caso proceder a la limpieza periódica de las aguas.(4)

8.4.- Planes de Prevención y Mitigación de desastres

Antes debemos definir los términos de Prevención y Mitigación. Se entiende por PREVENCIÓN todas las actividades destinadas a evitar que se produzcan situaciones de desastres causados por fenómenos naturales ó acciones del hombre. Se entiende por MITIGACIÓN, todas las actividades que reducen ó minimizan el impacto que los fenómenos naturales o actividades del hombre puedan producir sobre la vida humana ó bienes materiales.

8.4.1.- Desastres que pueden afectar el área de estudio

Los fenómenos que pueden producir desastres en el área son: sismos, lluvias extraordinarias,

aguas de escorrentía, aniegos e inundaciones y en menor medida explosión de materiales, fuego e incendios.

Los sismos y lluvias extraordinarias son fenómenos naturales que a su vez pueden producir como efectos secundarios, incendios y deslizamientos, el primero e inundaciones el segundo.

Directamente vinculado a un mal manejo o a actos intencionales, se pueden producir incendios, aniegos o daños por causa de materiales, equipos e instalaciones de alto riesgo.(Cuartel Militar)

Existen en cada ciudad desarrollada del Mundo diversos planes de Prevención de Desastres. En esta parte de la investigación, nos basaremos en el Plan de Prevención de Desastres, introducido en el Reglamento del Centro Histórico de Lima, el cual conto con la participación de la Municipalidad de Lima, el INC y el Patronato de Lima. Este es un tema introducido por primera vez en la Legislación relacionada con la Conservación Patrimonial en el Perú.(5)

8.4.2.- Medidas de Prevención

Son medidas que se realizan antes de la ocurrencia de eventos para evitar que se produzcan efectos destructivos. Se realizan de manera permanente en el marco de las actividades normales y de los planes de emergencia con los siguientes propósitos:

- 1) Establecer los criterios y mecanismos de acción que se aplicarán en casos de emergencia (Por investigar en la zona de estudio)*
- 2) Promover la conciencia pública sobre las acciones a realizar en los momentos de emergencia y la necesidad de preservar el Patrimonio Monumental de la ciudad (programas de educación,simulacros y otros)*
- 3) Promover la preparación de recursos humanos y técnicos para la acción (equipamiento, materiales, coordinación)*
- 4) Promover el financiamiento de estas actividades.*

De acuerdo a lo planteado anteriormente, se puede evidenciar la falta total de algún PLAN DE PREVENCION DE DESASTRES en la ciudad de Jauja.

Dentro de la infraestructura para el momento de emergencia existe: Una pequeña estación de bomberos deficientemente equipada, un centro hospitalario (Hospital Olavegoya) con escasos recursos humanos y materiales y algunos Centros de Salud distribuidos en la ciudad. Los planes de prevención física son inexistentes por lo que de ponerse en practica, se ubicarian en el primer punto, es decir a nivel de investigación.

8.4.3.- Medidas de emergencia

Cuando se declare una emergencia, la Municipalidad y organismos correspondientes actuaran de inmediato de acuerdo al Plan de Operaciones respectivo, mediante las acciones y

recomendaciones pertinentes. Se establecería el centro de operaciones de Prevención de Desastres en el lugar predeterminado, el cual funcionará durante toda la etapa de emergencia con todas las facultades y facilidades pertinentes para la alerta, evacuación, defensa contra incendios, contra inundaciones, rescate y protección de damnificados, evaluación de daños y mantenimiento de vías y transportes de emergencia y áreas de evacuación para minimizar los daños. Los monumentos históricos y ambientes conexos afectados deberán ser evaluados prioritariamente y se tomarán las medidas necesarias de protección, teniendo en consideración que la etapa de emergencia puede tener una duración mayor que la que concierne a la protección de individuos y bienes de infraestructura.

8.4.4.- Tratamiento Urbanístico

8.4.4.1.- Áreas críticas

Área crítica es aquella considerada como tal por razones de la existencia de una alta densidad: población, actividades o edificaciones de valor histórico monumental y localizada en una zona vulnerable ante algún tipo de desastre.

Para estas áreas se tomarán medidas urgentes para prevenir o mitigar las pérdidas de vidas o de bienes materiales. Estas áreas se determinaron de acuerdo con los Planos de Peligros, el tipo de material de las viviendas, el estado de las construcciones, la altura de las edificaciones y otros factores. Se delimitaron las áreas críticas que tendrán prioridad para ser intervenidas (en nuestro estudio los sectores 3,7,4,6 y 2 en ese orden de prioridad) a fin de dotarlas de seguridad en caso de la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

En las áreas declaradas como tales, se dará prioridad para proyectos de renovación urbana y/o restauración de Monumentos, para disminuir el riesgo de desastre. (Ver planos de Vulnerabilidad de las edificaciones). En el plano se puede observar que en la ciudad se encuentran zonas de concentración de personas y que se ubican principalmente en los corredores de comercio ferrial callejero (líneas rojas) y en el área cívico-comercial. (alrededores de la Plaza de Armas)

Estas zonas son focos de alto peligro sísmico, porque además de concentrar personas durante el día (miércoles y domingos) en estos lugares se conglomeran edificaciones vulnerables de 2 y 3 pisos, de adobe de gran altura que están condicionando a una evacuación inmediata casi nula.

En caso de sismos, la evacuación estaría restringida (además del tránsito vehicular) por los ambulantes que llenan el área libre. Es pues necesario crear más rutas de evacuación propicias en esta zona como las mostradas en la lámina N° 8.7. En la zona Cívico-comercial, la concentración de personas la determinan los organismos del estado como el Municipio, la Biblioteca Municipal, los Juzgados de Paz, Bancos, Centro Comercial central, que son entidades que laboran de Lunes a Viernes en horarios de oficina. Por otro lado, los sábados y

domingos los puntos de concentración se ubican en la Iglesia, locales públicos de recreación (estadios, coliseos, etc.) y algunos centros sociales (clubs, casinos, etc.)

Son rutas de emergencia aquellas que por su importancia como eje vial, capacidad vehicular adecuada y condiciones de seguridad en las edificaciones colindantes; deben permitir la libre circulación de vehículos de emergencia y servir como rutas hacia las áreas de refugio temporal. En las rutas de emergencia ó de evacuación principal toda edificación nueva colindante a ellas debiera ser diseñada como sismorresistente y resistente al fuego.

A las edificaciones existentes, se les deberá aumentar la resistencia sísmica y protegerlas contra incendios. Se reforzará, sobre todo la sección que colinda con la vía pública, evitando su colapso sobre ella. Quedan prohibidos elementos de fachada que no sean parte intrínseca de la edificación. En todo caso los existentes deberán estar convenientemente asegurados y/o anclados para evitar su caída por movimientos sísmicos. Estas rutas se pueden ver en el plano de rutas de evacuación.

Para reforzar esto último se tiene que hacer un reordenamiento vial del tránsito (en la parte central) y ubicar las escasas áreas libres (calles con edificaciones de poca altura de adobe) adyacentes a estos focos de concentración como se gráfica en la lamina de rutas de evacuación. (Lamina N° 8.7)(6)

8.4.4.2.- Seguridad de funciones importantes y áreas de refugio temporal

Se deben evaluar la ubicación y seguridad de edificaciones que alberguen funciones importantes para mitigar casos de desastre: cuarteles de bomberos, hospitales, escuelas, cuarteles de policía, comunicaciones y otros. Las áreas de refugio temporal en caso de desastre serán, preferentemente aquellas áreas públicas con más de 1,0 Has. de extensión y predios con áreas libres adecuadas para tal fin, sean públicos o privados. (ejemplo colegios, estadios, playas de estacionamiento, etc.)

Las edificaciones alrededor de las áreas de refugio temporal deberán ser resistentes ante sismos e incendios como se anoto anteriormente.

El tránsito de emergencia se realizará principalmente a través de las denominadas "rutas de emergencia". La autoridad local y la policial se encargaran de permitir el libre tránsito, sin obstáculos, de los vehículos de emergencia. El lugar de evacuación principal, lo constituye la Plaza de Armas y la Plaza Santa Isabel (Plaza de la Libertad) hasta el momento; puesto que las áreas libres son insuficientes para la evacuación del núcleo educacional existente el que tendria que ser reforzado con otras areas que deben ser previamente establecidas por la Oficina de Defensa Civil del Municipio. El Centro Hospitalario Central de la ciudad lo constituye el Hospital Olavegoya, el cual se ubica entre los Jirones San Martín, Colina y Huarancayo, en donde se ubican los principales centros de atención de la ciudad. Por cierto, existen muchos problemas puntuales, en cuanto a la evacuación en casos de sismos que serían necesarios revisar, tal es el caso de algunos Planteles Educativos ubicados dentro de

la Zona Monumental con más de 50 años de antigüedad. Finalmente a medida que la ciudad se expande y se densifica, sino formulamos un Plan de Prevención de Desastres se estarían creando espontáneamente focos de riesgo bastante altos, no solo frente a sismos, sino también ante inundaciones.

8.4.4.3.- Servicios Públicos vitales

- *Agua:* Siendo el agua un elemento imprescindible para la vida humana y para combatir incendios, es necesario rehabilitar el sistema de agua potable, haciendo pasar las líneas troncales a través de terrenos de buen suelo y colocando los hidrantes necesarios para combatir incendios. Aparte del sistema normal de abastecimiento, será necesario ubicar cisternas de almacenamiento de agua (depósitos flexibles) en lugares estratégicos como parques y plazas, además de ubicar tomas de agua en el río Yacus. Se revisará el sistema domiciliario, para evitar pérdidas y fugas de agua, que a su vez pueden ser las causantes del deterioro de las estructuras de adobe.

-*Alcantarillado:* El sistema de alcantarillado deberá ser revisado, las fugas reparadas y las secciones obsoletas ó dañadas rehabilitadas. Se tratará que las troncales pasen por terrenos de buen suelo y que se instalen alcantarillas en las zonas críticas.

- *Vías de Transporte:* Toda edificación ubicada frente a una ruta de emergencia deberá tener una resistencia sísmica y ser resistente al fuego, para lo cual se tomarán en cuenta en los Reglamentos de Zonificación y de usos del suelo. Queda prohibido en dichas vías, el tránsito de vehículos que transporten materiales peligrosos.

- *Comunicaciones:* Todo edificio que albergue funciones de comunicación, tales como central telefónica, estación de radio ó TV, correos, telégrafos, etc.; debe ser sismo-resistente y sus instalaciones debidamente aseguradas para evitar su desplazamiento ó volcadura.

- *Energía:* Toda la red de energía eléctrica debe ser subterránea y contar con las debidas medidas de seguridad.(7)

8.4.4.4.- Areas Inundables

Los estudios realizados indican que existen áreas inundables cuya ubicación se establece en el plano de delimitación respectivo. Toda edificación dentro del área inundable deberá contar con las medidas de seguridad que se indicarán a continuación.

1) Toda edificación y en especial los Monumentos Históricos ubicados en áreas inundables o

anegables, deberá tener sus bases y muros protegidos contra el agua y los ambientes de ingreso a la edificación deberán tener umbrales y medios de evitar la entrada de agua y lograr su evacuación.

2) Los sardineles en áreas inundables deberán tener la altura necesaria para evitar el ingreso del agua a las edificaciones, en los sectores donde sea posible.

3) Se deberá prever la ocurrencia de lluvias extraordinarias y su impacto sobre las superficies de las edificaciones no preparadas para ello y en especial para aquellas con coberturas tradicionales de barro ó pastelero. Para tal efecto, se efectuaran las medidas de protección pertinentes, la impermeabilización de coberturas y el establecimiento de superficies con pendiente adecuada hacia sistemas de recolección de aguas pluviales.

4) Se estudiará y ejecutará la red de drenaje y evacuación de aguas pluviales, aguas de escorrentías, aniegos e inundaciones hacia los puntos de disposición final.(rio Tajamar)

5) Los canales que sirven de evacuación de las aguas pluviales, deben estar libres de basura y toda suerte de desperdicios en las margenes, lecho y cuerpos de agua. Para el caso de las inundaciones del río Yacus será necesario llevar a cabo un tratamiento del cauce del mismo mediante las siguientes medidas:

a) Se estudiaran y ejecutarán de ser posible las obras de defensa necesarias contra posibles inundaciones.

b) No se permitirá ningún tipo de uso en el cauce del río, salvo el de recreación, así como alguna actividad extractiva del lecho del río (piedra de río para construcción) por afectar las características hidráulicas del mismo.

c) Queda prohibido todo tipo de vertimiento sólido y de desmonte para evitar la alteración del comportamiento hidráulico del río.

d) En el sector comprendido entre el Puente de comunicación con la localidad de Huertas y el punto de confluencia de los ríos Huala y Molinos, no se permitirá ningún tipo de obra que modifiquen ó disminuyan su cauce. Solo podran realizarse aquellas destinadas a su encauzamiento, canalización, defensa o habilitación para uso recreacional.

e) Toda intervención aguas arriba y abajo del puente a Huertas, deberá contar con un estudio de su impacto en la ciudad, como parte del estudio integral respectivo y deberá contar con la autorización de la autoridad competente.

f) Se deberá efectuar inspecciones periódicas de las Obras de canalización y defensa así como de la erosión de las riberas y bases de puentes.

g) Se estima que en el cauce inferior (a nivel de la ciudad) el nivel de peligro por inundación es alto, requiriendo medidas urgentes. Se recomienda formular planes de control de inundaciones

y mejoramiento, considerando un ancho del cauce de entre 50 a 100 metros. Los estudios indican que parte de la ciudad; podría ser afectado con inundaciones cuya altura podría llegar hasta 1,91 m. considerando un período de retorno de 100 años.(5)

8.5.- Conclusiones

1) El manejo racional del medio ambiente implica que al elaborar un Plan de Usos del Suelo; el conocer en forma adecuada las ventajas (recursos) e inconvenientes (amenazas) que tenga un terreno en particular lo que equivale a determinar su geopotencial. Desafortunadamente en el país, se han elaborado muchos "planes de desarrollo" que ignoran este factor, lo que ha significado un ejercicio peligroso, pues no se tuvo en cuenta el medio soporte y sus amenazas y por otro lado desconocieron valiosos recursos que hubieran podido ser aprovechados.

2) La ciudad de Jauja, esta definida con una tipología de ciudad de servicios para un área de influencia de vocación agropecuaria, con vision hacia una bien planificada actividad en el desarrollo de la industria liviana y un valorable potencial para el turismo.

3) Los mapas de aptitud de terrenos para urbanización, además de indicar las áreas más expuestas a problemas, permite planear en forma objetiva las inversiones del Municipio destinadas a corregir los problemas detectados. Es de gran utilidad también para establecer el Plan Vial y el de servicios.

4) La función determinada por el Programa Nacional de Desarrollo Urbano, para la ciudad de Jauja es la de centro urbano complementario del centro dinamizador principal (Huancayo). Según este plan se determina con una tipología económica en base al comercio y a la industria ligera, actividades que necesariamente deberan estar apoyadas por la infraestructura y nivel de servicios financieros correspondientes. En tal sentido, las funciones urbanas de Jauja se concentraran prioritariamente en lo político-administrativo y en las actividades comerciales, apoyados por la industria ligera, agroindustria, el turismo y los servicios complementarios.

5) El conflicto "espacio agrícola" versus actividades urbanas, tendería agudizarse sino acudimos a formas de organización del espacio respetuosas de grandes áreas agrícolas entre los establecimientos urbanos. Esta aseveración es totalmente viable en nuestra zona de estudio por tratarse de terrenos colindantes con areas de gran valor ecologico, y que agregaria un componente paisajistico de indudable valor.

6) La industria es un sector muy dinámico por la fuerte repercusión que tiene sobre otras

actividades; no obstante su participación en la economía de la zona es muy reducida mostrando un incipiente grado de desarrollo debido fundamentalmente a la falta de recursos económicos, financieros, técnicos entre otros. Los establecimientos industriales que tienen mayor importancia son los que se dedican a la fabricación de calzado, muebles, etc. Por su parte el turismo es casi nulo y que se debe principalmente a la ausencia de una infraestructura de servicios que es necesario implementarla.

7) Las medidas de índole físico que se realizarían de llevarse a cabo un programa de medidas preventivas se refieren a la realización de nuevas obras, mejoramiento y reforzamiento de las estructuras y equipos existentes, etc. Ejemplo de dichas medidas son las protecciones en las obras de captación y almacenamiento de agua, construcción de líneas de conducción de desagüe paralelas, instalación de válvulas de alivio en tuberías de aducción y reforzamiento de postes con transformadores de energía eléctrica para estaciones de bombeo entre otros.

8.6.- Recomendaciones

1) El vínculo entre el Planeamiento Urbano y los Programas para mitigar probables desastres, será la clave para la concertación de acciones y toma de decisiones en los futuros planes de Ordenamiento Urbano de las ciudades.

2) La educación ambiental no debe limitarse al respeto a la vida silvestre y la conservación de los bosques y de las aguas, es necesario enseñarles a los niños y adultos que ante todo deben vivir en lugares exentos de amenazas naturales y que muchas de estas pueden ser incrementadas sustancialmente por la acción del hombre.

3) En la zona de Yauyos, como primera medida, se tienen que realizar el saneamiento de los canales de evacuación de aguas servidas que todavía son utilizadas en algunos sectores de esta zona para verter los desechos sólidos.

Conjuntamente es preciso construir diques de retención de diseño especial para detener el transporte de sólidos, hacia aguas abajo del Yacuran, excavar pozos de sedimentación convenientemente ubicados, colocar escolleras en las zonas anchas de las quebradas para disipar la energía; y en terrenos baldíos plantar vegetación de tipo arbusto-arborescente, para asegurar la estabilidad de los suelos. Hay que tener en cuenta que existen tramos en que el ingreso de la canalización, está casi totalmente obstruido, apreciándose inclusive crecimiento de vegetación, lo cual significa un peligro latente. Sería necesario realizar labores de limpieza para evitar su colmatación.

4) Es necesario en la Zona Monumental, el aumento de la sección de las cunetas laterales de evacuación pluvial, para impedir el desbordamiento de estas e implementar en aquellas calles

que no cuentan. En todos los casos realizar un mantenimiento de las mismas (limpieza cada comienzo de las lluvias) para evitar su colmatación.

5) Del conjunto de posibles áreas de expansión estudiadas se ha determinado que deberá usarse en un futuro próximo, prioritariamente, las áreas N° 5, N° 6 y N° 7. A pesar de ser estas áreas las más propicias, se deben tener presentes ciertas consideraciones en su habilitación urbana.

6) Se ejecutará un programa de estudios y obras de emergencia de acuerdo a un Plan Director y que incluyan:

- Estudios de microzonificación
- Estudios de evacuación pluvial
- Estudios y proyectos de forestación en áreas erosionadas
- Estudios para el manejo de quebradas y ejecución de obras de retención de material de arrastre en dichas quebradas.

7) Las actividades artesanales y de pequeña industria se han ido desarrollando en el medio rural, aunque resultan insignificantes ante las posibilidades reales de la zona. Por ello, el Ministerio de Industria y Turismo podría establecer premios de estímulos a las Comunidades, Empresas e individuos del medio rural que en algunas actividades artesanales contribuyan al conocimiento del Perú en el exterior. Sería conveniente que las experiencias que contribuyen al desarrollo de este medio se canalicen mediante la formación de Institutos de Desarrollo integral del medio rural en cada uno de estas regiones; que tendrían la tarea de planificar y evaluar un conjunto integral de actividades de desarrollo en el propio medio rural en el que se ubican.

8) Desarrollar una política de desarrollo en armonía con la Naturaleza. Los tiempos modernos se caracterizan por un abuso insistente sobre los recursos y por la degradación del medio ambiente. La degradación es visible en la geografía en forma de un manifiesto deterioro ambiental; en la contaminación menos visible; pero igualmente pernicioso y en la grave disminución de los recursos renovables. Un paradigma de desarrollo consecuente con el futuro no podría descuidar estas cuestiones. Hace algunos años esta cuestión era un asunto marginal, a la fecha ya es una determinación necesaria imprescindible. La prevención y la mitigación de desastres naturales es parte de esta política.

Capítulo 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos y alcances planteados al iniciar este proyecto de investigación y luego de su desarrollo, podemos decir que estos objetivos han sido alcanzados, dejando una base referencial bastante representativa, lo suficiente como para servir de aporte en los planes de Prevención y Mitigación que se creen, y para resaltar los problemas físico-sociales de la zona, a fin de que se tomen acciones inmediatas para solucionarlos. Del desarrollo del proyecto en mención presentamos las conclusiones y recomendaciones finales a que se llegó en cada uno de los aspectos tratados.

9.1.- CONCLUSIONES

- Los estudios de microzonificación tienen por objeto delimitar las zonas con diferente comportamiento geodinámico (interna y externa) dentro de una ciudad o una región concreta considerando las condiciones locales de los suelos de cimentación. Pretenden por tanto, conocer con detalle la respuesta que un área determinada puede ofrecer a una perturbación

del tipo sísmico, geológico, geomorfológico, etc. Para conseguirlo es necesario analizar la sismicidad de la zona y sus características geológicas y topográficas, así como las propiedades geotécnicas y dinámicas de los suelos.

- Es un imperativo habilitar el trapecio Mantaro - Pachitea - Ucayali - Tambo, pues será la clave a una nueva geo-estrategia de interiorización y que tendrá sobre su línea media el Valle del Mantaro, que es el espacio de mayor potencial económico y social así como para la eventual ubicación de una nueva capital. De esta forma se estimulará la penetración técnica hacia los Andes y la Selva, fortaleciendo la identidad Nacional.

- La actividad agropecuaria es la más importante del área de estudio por ser la principal fuente de trabajo y de provisión de alimentos, representando un aporte significativo a la formación del capital en el área de estudio. La producción, se desarrolla dentro de un marco propio de la región, resultado de las condiciones topoclimáticas y patrones socioculturales y técnicos. La producción agrícola satisface las necesidades de la población y el excedente se oferta al mercado local, regional y extraregional. En la producción agrícola el cultivo de papa es el que recibe mayor apoyo tecnológico y en la actividad pecuaria, la explotación vacuna.

- La escasa oferta de viviendas, en el mercado inmobiliario de la ciudad, ya ha surtido sus efectos, encontrándose que la población residente en viviendas subdivididas, tugurizadas, bajo el sistema de alquiler ha comenzado a invadir las áreas periféricas de la ciudad, expuestas a peligros y de uso agrícola, situación que debe merecer la atención de los administradores urbanos a fin de no permitir el desborde de la población en estas áreas vulnerables.

o

- Ninguna traza importante de deformación existe sobre la vertiente Oriental de la Cuenca de Huancayo, esta desimetría de la tectónica se explica en parte a la disimetría morfológica sobre los dos flancos de la cuenca. En efecto, el flanco Oeste constituido de series triásico-liásicas, son macizas, relativamente abruptas y bien rectilíneas, las fallas inversas y pliegues se escalonan, desde la región de Acolla al Norte hasta las quebradas del Mantaro al Sur; el flanco oriental contrariamente presenta los relieves redondeados, formados en los sedimentos detríticos paleozoicos y está disecado por varios valles afluentes procedentes de la Cordillera Oriental. Por otro lado, si se examina la naturaleza de esta deformación, se nota que es exclusivamente compresiva, y que los pliegues y las flexuras predominan netamente sobre las fallas. _Es posible que esta flexibilidad de la deformación en superficie, en el que participa ampliamente el substratum antemioceno, sea la respuesta al rejuego de accidentes más profundos.

- Existen fallas locales activas que pueden dar origen a temblores con epicentros cercanos a

la ciudad. Tal es el caso de las fallas Ahuac-Muquillanqui(NE) Coricancha-Cruzpata (EW) y la más reciente, activa y pronunciada la de Chocón-Yacuran-Plaza de Armas-Aeropuerto de rumbo E-W y que daría origen a estos movimientos, razón por la que sería necesario mayores estudios al respecto.

- En lo que concierne a la tectónica actual, se ha suministrado una cartografía completa del trazo de la Falla del Huaytapallana . La red de esta falla con los últimos sismos de 1969 es producido en dos ramales distintos, separados por su hiato a lo largo de 3,5 kms. El ramal Norte está a lo largo de 9,5 kms, puesto que la parte Sur no es visible más que sobre 5,5 kms. Las medidas microtectónicas provenientes de la escarpa sísmica muestran que esta zona ha sufrido un acortamiento (compresión media) orientado alrededor de N 075° durante los sismos. Se recomienda en sismos futuros, cavar trincheras mucho más profundas (de 5 a 10 metros) para de esta manera dar las medidas microtectónicas que correspondan mejor a la deformación debido a estos sismos.

o

- Los sistemas de fallas existentes en el área de estudio están estrechamente relacionadas con la actividad sísmica superficial ó normal ($h \leq 62$ kms.), hecho este que se presenta más claramente en la zona 4, según se puede observar en los mapas anteriores. Las zonas de mayor influencia en el Riesgo Sísmico existente en la zona de interés, son las zonas 4 ; 2 y 1 en ese orden de riesgo decreciente. Así como la porción sísmica situada en el norte del departamento de Lima. Las zonas con mayor probabilidad de alto índice de Sismicidad en los próximos 30 o 40 años son las zonas 3 y 4, así como la porción sísmica situada en el norte del departamento de Lima, según lo sugerido por los mapas de Sismicidad.(5)

- El calculo del Riesgo Sísmico se realizó utilizando el Programa de Robin Mc Guire, mediante el cual se logra representar eficientemente la superficie de Benioff dividiendo las fuentes en subfuentes a diferentes profundidades, lográndose así un modelo más realista de la actividad sísmica. Las intensidades máximas observadas en la zona de interés, para períodos de retorno de 50 años, sobresalen en la región de Huancayo, Concepción, **Jauja**, Satipo, Oxapampa con una intensidad de X M.S.K. .Las máximas intensidades para períodos de retorno de 100 años se presentan en la región de Concepción, Huancayo, Huaytapallana y Lima que soportarían una intensidad de grado X M.S.K.

- El Valle del Mantaro está rodeado por dos zonas de falla activa importantes: La Zona de Fracturas de los Altos del Mantaro y la Falla del Huaytapallana.

La actividad del Huaytapallana ya era conocida, pero está es la primera vez que numerosos epicentros bien determinados han sido encontrados en el flanco Este de la Cordillera Occidental (Altos del Mantaro). Además alguna actividad podría estar asociada con la Zona de fracturas de Ricran.

- La comparación entre las observaciones sísmicas de 1980 y 1985 (ORSTOM-IGP) muestran una migración notable de la actividad de la falla del Huaytapallana hacia el Este y las determinaciones hipocentrales son muy precisas como para establecer este hecho.

Precisamente las concentraciones de la campaña de 1985, dentro de las aberturas sin quebrar durante 1969 aparecería como un fenómeno precursor anunciando probablemente dos sismos principales o importantes. Bajo esta hipótesis, el primero ocurriría donde la falla cambia de dirección. Este sismo tendría una magnitud similar a la del 24 de Julio de 1969.

El segundo podría ocurrir sobre una extensión Norte de la falla, que aún no ha sido reconocido totalmente. De esta manera, es difícil predecir la intensidad de un sismo futuro eventual en esta zona. De cualquier forma de acuerdo a las dimensiones de las concentraciones de la Campaña de 1985, se podría esperar que sería tan fuerte como el primero.

- El suelo de la ciudad de Jauja se encuentra ubicada sobre depósitos lacustres-aluviales de topografía plana, compuesta de detritos finos (arcila, limo y arena) con un suelo que a nivel de cimentación es de tipo arcilloso semicompacto de alta plasticidad (CH) y limos-arcillosos semi-blandos (ML) . La capacidad portante de la zona, en promedio es de $q_a=1,00$ a $1,20$ kgs/cm². para viviendas de 1 o 2 pisos ($D_f=0,8$ m. y $B=0,6$ m)

Como las posibles áreas de expansión no presenta diferencias de consideración en sus características de compacidad y consistencia puede ser considerados como homogéneos. Sin embargo, se exigirá un posterior estudio de suelos de la zona elegida en vista de no contarse con los suficientes registros de las características generales del subsuelo de la zona de estudio, dentro del sector norte del Valle del Mantaro.

- Se cimentará por medio de cimientos corridos armados y/o zapatas, conectadas a una profundidad mínima de 0,80 metros para las diferentes capacidades portantes encontradas en la zona de estudio. También se determinó un asentamiento diferencial del orden de $\Delta h=2,15$ cms. Estos últimos valores se encuentran dentro de los valores permisibles en arcillas de mediana compacidad. Para valores mayores será necesario usar cimientos conectados pues absorberán los posibles asentamientos diferenciales originados por consolidación y se lograría una mejor distribución de la sobrecarga.

- Se postula como un avance en la investigación de los suelos aluvionales que son asísmicos, por ser más resistentes debido a su comportamiento altamente friccionante, y que se atribuye a su alto contenido de boleos (>50%) con presencia de bloques con diámetros mayores de 3" y otros aspectos geotécnicos de mecánica y física de los suelos no considerados antes(10). Este tipo de suelos se ubican preferentemente en los alrededores del río Mantaro a partir de los 5,0 m. en las zonas de expansión T6 y T7 (Ver plano de expansiones)

- La fuerte divagación del río Yacus y su consecuente erosión, no hacen favorables las orillas del mismo para Asentamientos Poblacionales. Para el caso de infraestructuras necesarias de realizar, se deben hacer estudios de dinámica fluvial, que seguramente conllevaran a la ejecución de Obras de Encauzamiento y Defensa de sus márgenes. Se debe tener presente que el comportamiento de un río es muy particular, es único para cada caso y del mismo modo su dinámica fluvial. La degradación de la subcuenca del río Yacus es fuerte, debido a la tala indiscriminada que se efectúa. (zonas altas). La solución para contrarrestar estos efectos será llevando a cabo en forma práctica Programas Conjuntos de Reforestación, buen uso de las tierras y dispositivos rigurosos que prohíban la tala.

- Es necesario demarcar las llanuras de inundación y otras áreas inundables para proponer actividades compatibles de desarrollo. El planificador por ello, debe buscar la contribución de una variedad de disciplinas para evaluar el riesgo de las actividades propuestas en ellas. Para ello, los planificadores necesitan conocer la ubicación de las áreas inundables, con que frecuencia (en promedio) estará cubierta por agua la llanura de inundación, el volumen de agua escurrida, y en que época del año se pueden esperar que ocurran; a fin de poder identificar prácticas adecuadas de desarrollo y manejo de recursos naturales en el área.

- De todos los métodos mencionados, como medidas de protección, es usual optar por los diques de encauzamiento, porque tienen la ventaja de ser más económicos especialmente, en las zonas rurales donde el costo de los terrenos es bajo y pueden construirse de tierra, en la zona urbana los costos suelen ser altos y se opta por los diques de concreto armado.

Complementariamente a los malecones insumergibles, se puede utilizar los espigones. Puede decirse que ambos métodos son buenos, aplicados convenientemente y combinando ambos, de tal forma de utilizar sus ventajas. Para tal efecto, lo más acertado es emplear los malecones longitudinales en las partes concavas, y los espigones en las márgenes convexas y en los tramos rectilíneos. En todos los casos a aplicarse como medidas de protección hay que tomar en cuenta el factor económico.

o

- La NORMALIZACIÓN de los materiales de construcción se convierte en una de las medidas más importantes para la prevención de desastres en la ciudad de Jauja, sin que ello signifique establecer restricciones a solo unos tipos, pero es esencial determinar jurídicamente la variación de calidad aceptable para cada material. Lo expresado es importante cuando se refieren a las viviendas de construcción propia (sin apoyo gubernamental) y que actualmente son las viviendas que más predominan en la política urbana. Y como se observa en la práctica, en general las viviendas de esa clase se orientan a menudo hacia las zonas más propensas a desastres y su construcción puede no soportar determinados peligros. (por ejemplo el Conjunto Habitacional Río Verde)

- Las zonas con mayor grado de Vulnerabilidad en la ciudad de Jauja, es el casco central

(sectores 3,7,4,6,2 de la Z.M. en ese orden decreciente) dado el tipo de construcción y estructuración de las viviendas que es de mala calidad; predominando el material precario (adobe) ó en proceso de deterioro, trazo de vías angostas (8 metros) y carencia de áreas libres y abiertas para refugios en caso de sismos. Pero en general, de acuerdo a la evaluación de la condición actual se deduce que los daños serían en forma proporcional a la condición en la que se encuentran las viviendas, preveviéndose el colapso de aquellas que estén en muy mal estado.

- Sería deseable que se desarrollaran técnicas para la evaluación sísmica de estructuras antiguas, con lo cual se podría obtener información mucho más detallada de los sismos históricos; ya que generalmente se conserva una buena descripción de los daños en inmuebles importantes, como es el caso de las Iglesias (Catedrales, Conventos, etc) que sobreviven hasta nuestros días. Así también podría concluirse por la antigüedad de algunas viviendas que se encuentran actualmente en uso, después de haber resistido una serie de sismos en el pasado, que las amplificaciones de las ondas sísmicas no son muy significativas en la zona.

o

- Morfotectónicamente, la configuración del relieve resulta de los diferentes eventos geológicos ocurridos, especialmente relacionados a la Orogenia Andina y las fases glaciales y fluviales consecutivas del Cuaternario. Actualmente el área en conjunto muestra cierta estabilidad geomorfológica.

- Los procesos y fenómenos morfodinámicos de mayor incidencia, corresponden a los procesos erosivos de vertientes, por escorrentía superficial difusa a concentrada (surcos, cárcavas, pequeños deslizamientos, etc.) principalmente en las áreas de las vertientes empinadas de litología inconsistente. Estos procesos lamentablemente se acompañan de prácticas antropicas, como cultivos no apropiados. Tal acción, afecta los suelos, las vertientes y el cuerpo de agua de la Laguna por la sedimentación, turbidez y otros efectos, mereciendo por tanto una atención especial.

Como se deduce la erosión es responsable por la degradación irreversible del suelo, por lo tanto, es vital aplicar medidas tendientes a frenar estos efectos destructivos y orientar mejor las prácticas erradas que la incrementan.

- Las formaciones vegetales se caracterizan por no tener mayor significación pues están demasiado escasas ó degradadas en las superficies arbustivas y herbáceas. Las plantaciones forestales están conformadas exclusivamente por el "eucalipto" y que no han prosperado, excepto algunas áreas pequeñas, principalmente por limitaciones de suelo y probablemente de la especie; pues está comprobado que este destruye los ecosistemas agrícolas; empobreciendo los suelos de nutrientes, contribuyendo a la desertificación y

disminuyendo la diversidad biológica. Es necesario tomar medidas de control para evitar su continuación en los programas de reforestación, eligiendo otras alternativas que sean más beneficiosos, como las especies nativas, principalmente de Quinhual, Aliso, Retama, Mutuy, Tara y Quishuar entre otras.

- La primera manifestación de contaminación por nitratos (urea transformada en el suelo) ha sido observado en los lagos y ríos, donde los nitratos inducen un crecimiento exagerado de la vegetación acuática (Laguna de Paca). La descomposición de esta vegetación provoca la disminución de oxígeno en el agua; y favorece la formación de amoníaco. En estas condiciones, los recursos hidrobiológicos no soportan y tienden a desaparecer. A este fenómeno que se le conoce como "eutrofización" ya se está dando en la Laguna de Paca.

- El manejo racional del medio implica que al elaborar un Plan de Usos del Suelo; el conocer en forma adecuada las ventajas (recursos) e inconvenientes (amenazas) que tenga un terreno en particular lo que equivale a determinar su geopotencial. Desafortunadamente en el país, se han elaborado muchos "planes de desarrollo" que ignoran este factor, lo que ha significado un ejercicio peligroso, pues no se tuvo en cuenta el medio soporte y sus amenazas y por otro lado desconocieron valiosos recursos que hubieran podido ser aprovechados.

- Los mapas de aptitud de terrenos para urbanización, además de indicar las áreas más expuestas a problemas, permite planear en forma objetiva las inversiones del Municipio destinadas a corregir los problemas detectados, siendo por ello también de gran utilidad para establecer los planes viales y el de servicios.

- El conflicto "espacio agrícola" versus actividades urbanas, tendería agudizarse sino acudimos a formas de organización del espacio respetuosas de grandes áreas agrícolas entre los establecimientos urbanos. Esta aseveración es totalmente viable en nuestra zona de estudio por tratarse de terrenos colindantes con áreas de gran valor agrícola y ecológico, y que agregaría un componente paisajístico de indudable valor.

9.2.- RECOMENDACIONES

- Promover la enseñanza del riesgo sísmico; en las Facultades y Escuelas de Arquitectura ubicadas en las zonas sísmicas, como asimismo promover la investigación de la ingeniería antisísmica en relación con la preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbanístico en la Zona Monumental de la ciudad de Jauja.

- Conceder a las estructuras dañadas niveles de resistencia o ductilidad mayores de las que poseen, pues si bien las características de los monumentos históricos que permanecen hasta

nuestros días, son tales que han podido soportar una tan importante actividad sísmica (como probablemente les corresponda soportar en el futuro), ellas vienen sufriendo un proceso de degradación que es irreversible. Esto significa desarrollar soluciones en base a la tecnología moderna (sismorresistente) de forma que manteniendo fijas las formas estructurales y su apariencia exterior, sea posible mejorar su respuesta ante sollicitaciones sísmicas.

- Se recomienda efectuar un Catastro General de las conexiones de agua y desagüe, con el fin de proceder al cambio de los tramos afectados por desgaste, así como codos, válvulas y grifos. Pues se ha comprobado que estas fugas están afectando las bases de las viviendas ubicadas en el perímetro de la Zona Monumental principalmente.

- Se estudiara el potencial del reuso de las aguas servidas tratadas para la Agricultura, Silvicultura, recarga del acuífero e irrigación de parques. Además se evaluarán otros reusos posibles del efluente para fines industriales y domésticos, así como se efectuarán las recomendaciones sobre el Plan de reuso más efectivo del efluente.

- Consultar especialistas en Neotectónica cada vez que se requiera realizar obras, ya que el Perú es un país con un alto peligro sismotectónico, tal como lo evidencian los registros sísmicos en la zona central del País.

- Instalar una red apropiada de sismógrafos de alta sensibilidad en el Valle del Mantaro, para encontrar los niveles inferiores de actividad sísmica local. Esta red de sismógrafos operaría en 5 pequeñas subsedes ubicadas en lugares estratégicos (JAUJA - CONCEPCION - HUANCAYO - PAMPAS - SACSACANCHA) todas ellas provistos de sismógrafos y extensiómetros para determinar (Monitorear) los niveles de alzas y bajas de la actividad sísmica, por periodos determinados en diferentes localidades dentro de la zona de interés.

- Para la planificación de asentamientos urbanos, y el desarrollo de obras de infraestructura de importancia dentro de la zona en estudio, serán necesarios por lo menos, los siguientes estudios de mayor profundidad: Investigar sobre la Sismicidad Histórica local mediante la revisión de los documentos históricos de la zona, (en particular los archivos del Convento de Ocopa). Desde el punto de vista Instrumental; determinar si las estructuras geológicas que han sufrido deformación reciente están sísmicamente activas, particularmente, en las áreas que comprende los flancos del Valle. Y finalmente efectuar estudios de Paleosismicidad para determinar la recurrencia de la reactivación de las fallas de la zona.

- Evitar la construcción de obras de ingeniería importantes en las zonas de fallas, principalmente donde existen fallas inversas, por estar asociadas con sismos superficiales. (Falla del Huaytapallana). Para efectos de diseño, recomendamos tomar en

cuenta riesgos de 100 a más años

- - *Se recomienda mejorar el sistema de captación y drenaje de las aguas pluviales, a fin de impedir el estancamiento y el humedecimiento del subsuelo. Se deben evitar las filtraciones que puedan perjudicar al subsuelo comprometiendo su capacidad portante, en todo caso considerar una capa anticontaminante entre la losa de cemento y el suelo natural, este material servirá a su vez como material drenante en presencia de lluvias intensas y puede estar conformado por material granular. A la vez también, se debe evitar la elevación del nivel freático, el riego de jardines, fugas de agua de tuberías ó la simple exposición a lluvias fuertes; pues son elementos de saturación en este tipo de suelos (limos, arcilla, arena) comunes que deben evitarse.*
 - *Para complementar este estudio, se deben realizar estudios posteriores de Dinámica de Suelos para conocer las características exactas de las ondas sísmicas en la zona de estudio y las amplificaciones que se pueden producir en la capa superficial. Asimismo se recomienda estudios de microtrepidaciones, para la determinación del período del suelo, y que será complementado con la perforación de calicatas.*
 - *Los planificadores deberán distinguir para seleccionar a las terrazas aluvionales pleistocénicas por su mayor estabilidad y condiciones de consolidación pues, son las mejores para ubicar los Asentamientos Humanos, así como los ingenieros estructurales y de mecánica de suelos, no tendrían problemas de resistencia al corte, ni capacidad de carga, pues son altos y garantizan la cimentación.*
 - *En Mecánica y Dinámica de Suelos, se puede y sería recomendable incluir en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) incluir los boleos mayores de 3", recordando que la exclusión introduce errores significativos a sus propiedades de resistencia y compresibilidad. En la zonificación sísmica de ciudades importantes, será necesario revisar este enfoque de los depósitos aluvionales y efectuar las correcciones del caso.*
- - *Para la protección de las áreas urbanas ribereñas, se recomienda preparar proyectos de encauzamiento del río en el sector urbano considerando que las obras deberán ser de carácter permanente tales como, terraplén construido con los sedimentos extraídos del río y protegidos por muros ciclópeos, gaviones, escollera de rocas, entre otros. Implementar la reforestación de ambas riberas con especies forestales como el molle, sauce, carrizo, etc., que tienen facilidad de crecimiento y buena fijación en terrenos húmedos. También se debe efectuar la limpieza y dragado del cauce en forma periódica (por lo menos anual) extrayendo los sedimentos que se van acumulando y colmatando en el cauce. En los períodos en que no surjan situaciones de emergencia, deberá mantenerse en buen estado, la zona de evacuación*

de crecidas y el sistema de defensa contra las inundaciones.

- En vista de que las defensas que se han colocado en la zona de estudio son minimas, hay que acelerar los trabajos de defensa (en la medida de lo posible) aprovechando que de Abril a Noviembre, su caudal disminuye hasta hacerse casi nulo. Como la zona afectada esta ubicada en el cono de deyección y las defensas existentes, están ubicadas precisamente dentro de esta zona, estas defensas están condenadas a desaparecer al igual que ocurrió con las anteriores (Ver fotos) Sugerimos que las defensas se deben instalar más cerca al nacimiento del codo (intersección de los ríos Huala y Molinos) y prolongarse aguas arriba y abajo; encauzando sus aguas, obligandolo a seguir dentro de las defensas. Asimismo es necesario la reubicacion de los pobladores que habitan en las márgenes del río Yacus conociendo que su cauce no es profundo y que las aguas ó el curso del mismo divaga.

- Se recomienda que en la UNCP (Universidad Nacional del Centro del Perú) se dicten cursos de albañileria, donde se contemplen tópicos concernientes al adobe, tapial y albañileria confinada. Asimismo se debe recomendar al Ministerio de Educación la no aceptacion para funcionamiento de centros educativos y colegios (de educación inicial, primaria y secundaria) las viviendas antiguas de adobe de mas de 50 años y con el agravante de tener dos o más pisos.

- Se recomienda realizar proyectos y actividades de reforestación en las areas erosionadas, asi como la ejecución de obras de retención de material de arrastre en dichas zonas, con prioridad en:

° Las zonas altas del distrito de Yauyos y en

° Las margenes derecha e izquierda de la microcuenca de la Laguna de Paca.

De ser viable, los proyectos de habilitación urbana en estas zonas, se incluiran en los programas de desarrollo urbano, la arborización con especies nativas.

- En las tierras clasificadas fisonómicamente como arbustivas (3700 msnm) y donde predomina afloramientos líticos y escasas áreas de suelos y fuerte pendiente; las actividades de reforestación debería incluir aspectos, como trabajos de ingeniería para dotar de agua a las plantaciones y también técnicas de plantación para captación y almacenamiento de agua de las lluvias y para controlar la erosión hídrica. Se recomienda el quinhual y quishuar como especies nativas recomendables para reforestar esta formación; entre los arbustos esta el roque, pacte, retama y la chinchilcoma. En las áreas donde se realiza actualmente agricultura y actividades afines, conviene dar mayor importancia a la agrosilvicultura.

- Muchos agricultores con experiencia, desde nuestros antepasados, practican todavía hoy día, algunas técnicas para conservar los suelos, combatir las heladas y producir cosechas de

buena calidad, sin utilizar fertilizantes químicos e insecticidas sin ningún control de clasificación. Para ello, se recomienda la utilización de la rotación de los cultivos, los andenes, los camellones, los cercos de los árboles, el descanso de la tierra, siembra de variedades nativas entre otras medidas. Es necesario entonces, reactualizar y mejorar esas técnicas adaptándolas a las condiciones actuales e introducción de otras técnicas nuevas allí donde rinden más y sean realmente útiles y beneficiosas.

- La riqueza ictiológica de la Laguna de Paca, esta afectada negativamente, a consecuencia de la contaminación por la entrada de desechos orgánicos e inorgánicos. Para combatir con eficacia la contaminación de la Laguna se requiere adoptar un enfoque integral, dentro del cual el componente educativo ha de considerarse prioritario. Dentro de este contexto, las Universidades ó entidades afines, deben iniciar un Programa de Educación Ambiental con el objetivo de combatir la contaminación de la Laguna de Paca. Para ello será necesario realizar una serie de tareas entre las cuales sería la realización de conversatorios-taller, a nivel de las Comunidades sobre la Problemática del Medio Ambiente. La población de Jauja, Chuclu, Paca, Pancan y sus instituciones son conscientes del problema, lo cual permite concluir que la ejecución del Programa contaría con el apoyo de todos. Resolver cuanto antes este problema ecológico, lo demanda también el acelerado crecimiento de la población de los mencionados distritos.

- En la zona de Yauyos, como primera medida, se tienen que realizar el saneamiento de los canales de evacuación de aguas servidas que todavía son utilizadas en algunos sectores de esta zona para verter los desechos sólidos.

Conjuntamente es preciso construir diques de retención de diseño especial para detener el transporte de sólidos, hacia aguas abajo del canal de Yacuran, excavar pozos de sedimentación convenientemente ubicados, colocar escolleras en las zonas anchas de las quebradas para disipar la energía; y en terrenos baldíos plantar vegetación de tipo arbusto-arborescente, para asegurar la estabilidad de los suelos. Hay que tener en cuenta que existen tramos en que el ingreso de la canalización, esta casi totalmente obstruido, apreciándose inclusive crecimiento de vegetación, lo cual significa un peligro latente. Sería necesario realizar labores de limpieza para evitar su colmatación.

- La educación ambiental no debe limitarse al respeto a la vida silvestre y la conservación de los bosques y de las aguas, es necesario enseñarles a los niños y adultos que ante todo deben vivir en lugares exentos de amenazas naturales y que muchas de estas pueden ser incrementadas sustancialmente por la acción del hombre.(antrópicos)

- Del conjunto de posibles áreas de expansión estudiadas se ha determinado que deberá usarse en un futuro próximo, prioritariamente, las áreas Nº 5, Nº 6 y Nº 7. A pesar de ser

estas áreas las más propicias, se deben tener presente ciertas consideraciones anotadas en la presente tesis para su habilitación urbana.

- Se ejecutará un programa de estudios y obras de emergencia de acuerdo a un Plan Director y que incluyan:

° Estudios de microzonificación y riesgos potenciales

° Estudios de evacuación pluvial

° Estudios y proyectos de forestación en áreas erosionadas

° Estudios para el manejo de quebradas y ejecución de obras de retención de material de arrastre en dichas quebradas.

9.3.- COMENTARIOS

Todas estas recomendaciones formuladas, están referidas a los problemas comunes y características que se presenta en la ciudad; por tal motivo es necesario recalcar, que debe existir un organismo permanente, encargado exclusivamente de no solo realizar estudios específicos para mitigación, sino de hacer fácil la ejecución de estos en la zona.

Es necesario además, hacer que la población tome conciencia de los principales problemas que debe enfrentar en caso de ocurrencia de un fenómeno que genere un desastre, para saber como actuar a fin de minimizar los daños.

Para lograr esto, es necesario que esta población participe activamente en el desarrollo de los Planes de Prevención y Mitigación que se desarrollen. Este proyecto de investigación esta en consecuencia destinado a servir de aporte a las alternativas de solución que se formulen en el desarrollo de un Plan Integral para el crecimiento seguro y sostenido de la ciudad de Jauja.

Debemos recordar que todas las catástrofes son fallas de los sistemas humanos. En cada catástrofe la infraestructura física y social falla en proteger a las personas de las condiciones que amenazan su bienestar. A veces la propia infraestructura crea las condiciones que provocarían importantes transtornos sociales.

Para disminuir esta vulnerabilidad de las personas ante las catástrofes, los sistemas sociales y tecnológicos deben de adaptarse a los cambiantes medios físicos y sociales. Para alcanzar este objetivo, es necesario utilizar adecuadamente todas las ramas del conocimiento. Esto quiere decir que además de utilizar soluciones del campo de la ingeniería, la mitigación y prevención de catástrofes requerirá de la contribución de las ciencias humanas y sociales.

En la actualidad, es cierto que se dispone de muchos conocimientos sobre como diseñar soluciones tecnológicas a los problemas de vulnerabilidad provocados por las catástrofes; como por ejemplo estructuras sismorresistentes, resistentes al viento, a las inundaciones y otros agentes que originan catástrofes; sin embargo estos éxitos o logros (excesos de confianza) han conducido muchas veces a las personas el concluir erróneamente que una

investigación física adicional proporcionaría los conocimientos necesarios para que estas nuevas tecnologías sean suficientes para dar solución a todos los problemas provocados por las futuras catástrofes.

Con ello por cierto, se está desconociendo que la implantación de estas posibles soluciones tienen lugar también en contextos políticos, económicos y socio-culturales. En razón a esto último es que debemos concluir que todos los Programas de reducción de catástrofes naturales que se llevan a cabo sin tener en cuenta las dimensiones sociales de estas, estarán abocados al fracaso.

Por todo ello, es necesario comprender y entender los factores sociales para reducir las Catástrofes Naturales, pero que sin ello se descuide las otras necesidades acuciantes de las poblaciones, como es el desarrollo socio-económico.

Lo ideal sería en todo caso, el desarrollo simultáneo de ambos campos, con miras atender nuestra meta inicial y hacer más viable la normal evolución de los pueblos, sin riesgos a desastres. Finalmente se sugiere la contribución de las Ciencias Sociales tales como la Antropología, la Sociología, las Ciencias Políticas, la Psicología, la Geografía Social, la Economía y las Comunicaciones, así como de las Administraciones Públicas, pues de no ser así, los Programas de los Comités Nacionales, Regionales y Locales de Planificación no obtendrán los resultados esperados.

Finalmente, la tarea que debemos emprender para el futuro en las ciudades sería el de llevar a cabo una política de desarrollo en armonía con la Naturaleza. Actualmente podemos constatar que los tiempos modernos se caracterizan por un abuso insistente sobre los recursos y por la degradación del medio ambiente. La degradación es visible en la geografía en forma de un manifiesto deterioro ambiental; en la contaminación, menos visible pero igualmente perniciosa y en la grave disminución de los recursos renovables. Un paradigma de desarrollo consecuente con el futuro no podría descuidar estas cuestiones. Hace algunos años esta cuestión era un asunto marginal, pero hoy por hoy debemos trabajar para que ello se convierta en una determinación necesaria e imprescindible. Y precisamente la prevención y la mitigación de desastres naturales se convertiría en parte de esta política.

No olvidemos que:

"LA RAZON FUNDAMENTAL QUE DEBE MOVERNOS A PREOCUPARNOS ANTE LAS CATASTROFES, ES QUE CAUSAN UN GRAN SUFRIMIENTO HUMANO Y DE TRANSTORNOS SOCIALES"

BIBLIOGRAFIA

Capítulo 1 GENERALIDADES

1) INADUR (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano)

Memoria Descriptiva del esquema de Ordenamiento de JAUJA / Junio 1985

2) INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA (I.N.C.)

Patrimonio Cultural del Perú - Balance y Perspectivas / LIMA, 1986

3) FACULTAD DE ARQUITECTURA - UNIV. NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU

Estudio y analisis del aspecto Historico-Grafico del Patrimonio Monumental de la ciudad de JAUJA.

4) CLODOALDO A. ESPINOZA BRAVO

*Jauja Antigua con referencias a Cerro de Pasco, Junin, Tarma, Huancayo y Concepción/
Lima-Perú 1963*

5) ATLAS DEL PERU

*Ministerio de Defensa- Instituto Geografico Nacional / Dr. Carlos Peñaherrera del Aguila /
LIMA 1989*

6) FERNANDO MOROTE SOLARI

Geopolítica del Perú / Enero 1987

7) CARLOS CRUZ MONTERO y HECTOR SALGADO VILLANES

Ensayo para el Estudio económico Social de Jauja / Lima, 1984

8) INRENA (ex ONERN)

*Diagnostico y Ordenamiento Ambiental, para la conservación y desarrollo turístico de la
Laguna de Paca y zonas adyacentes. / Enero, 1992*

9) CENTROMIN - PERU / INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO URBANO

*Estudios Complementarios al Plan Integral de Vivienda * Huancayo-Jauja-Concepcion y
Tarma / Julio, 1987*

10) INADUR (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano)

Estudio de Prefactibilidad de Viviendas en Ciudades criticas - Ciudad de JAUJA / Marzo, 1988

11) SENAPA-JUNIN / GABISERIN

Agua Potable de Jauja - Ampliación y Mejoramiento del Servicio . Línea de conducción Quero-Jauja / Junio, 1982

Capítulo 2 GEOLOGIA

1) J. CORVOLAN D.R.CHARRIER G.

El Sismo del 3 de Marzo de 1985 - Chile

2) DR. JOSE MACHARE ORDOÑEZ

La Neotectonica, sus métodos y finalidades

3) MICHEL SEBRIER, DAVID HUAMAN, J.L. BLANC, JOSE MACHARE, DIDIER BONNOT, JUSTO CABRERA

Observaciones acerca de la Neotectonica del Perú

4) M. SEBRIER, D. HUAMAN , J.L. BLANC, J. MACHARE, D. BONNOT PROYECTO SISRA - NEOTECTONICA DEL PERU

5) JEAN LUC BLANC

Neotectonique et sismotectonique des Andes du Perou Central dans la region de Huancayo

6) J.L.BLANC, JUSTO CABRERA, MICHEL SEBRIER

Estudio Microtectonico de la Falla sismica del Huaytapallana (Andes del Perú Central)

Capítulo 3 SISMICIDAD

1) Dr. LEONIDAS OCOLA A.

Sismicidad y nivel de Peligro Sismico potencial del Valle del Mantaro

2) Ing. LEANDRO RODRIGUEZ & JHONNY TAVERA

Peligro Sismico para la region central del Perú

3) Dr. DANIEL HUACO O.

Peligro Sismico para la zona del Transvase del Mantaro

4) Dr. E. DEZA & CARLOS CARBONELL

Regionalización Sismotectónica preliminar del Perú

5) J. BERROCAL , E. DEZA, J. SHIKIYA

Estudio de la Sismicidad para el Proyecto de derivación del río Mantaro a Lima

6) LABORATORIO GEOTECNICO - CISMID

Peligro Sísmico de la Central Termoeléctrica de ELECTROPERU

7) C. DORBATH, L. DORBATH, A. CISTERNAS, J. DEVERCHERE & M. SEBRIER

Sismicidad del Valle del Mantaro, centro del Perú y la Falla del Huaytapallana

8) SEMINARIO NACIONAL PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES - CISMID

Sismicidad y Peligro Sísmico del territorio Peruano

9) J. CORVALAN D. & R CHARRIER G.

Sismo del 3 de Marzo de 1985 - Chile

10) Dr. G. SUAREZ et al

Tectonic deformation of the Andes and the configuration of the Subducted slab in Central Perú

11) Ing. JOSE VELIZ BERNABE

Inestabilidad de taludes en la cuenca del río Mantaro y su relación con el tectónismo del Perú Central

Capítulo 4 MECANICA DE SUELOS

1) CHARLES P. GUPTAN Y DAMES MOORE

Mecánica de Suelos y Cimentaciones - Colección F.S. Merritt / Tomo 2 Cap. 6

2) E. JUAREZ BADILLO, A. RICO RODRIGUEZ

Mecánica de Suelos - Tomo II

3) CARLOS CRESPO VILLALAZ

Mecánica de Suelos y Cimentaciones

4) KARL TERZAGHI Y R.B. PECK

Mecánica de Suelos en la Ingeniería práctica

5) T. WILLIAM LAMBE & ROBERT V. WHITMAN

Soils Mechanics.

6) MARTIN A. VIZCARRA CORNEJO (1986)

Microzonificación Sísmica de Moquegua aplicada al Planeamiento Urbano para la Mitigación de Desastres Naturales. / 1986

7) INRENA 1992 / OFICINA SUBREGIONAL DE DESARROLLO DE JUNIN

Diagnóstico y Ordenamiento Ambiental para la Conservación y Desarrollo Turístico de la Laguna de Paca y zonas adyacentes.

8) JULIO KUROIWA H. y RAFAEL E. LAMA MORE

Efectos de las lluvias torrenciales de 1983 en las obras de Ingeniería Civil en Piura, Sullana y áreas agrícolas aledañas / Sistema de Defensa Civil - UNI

9) ALBERTO SALGADO RODRIGUEZ y LUIS ESTEVA MARABOTO

Identificación de Sistemas Suelo-Estructura / UNAM

10) MARTINEZ VARGAS, ALBERTO

Mecánica de Suelos y Geotecnia para Ingenieros / UNI 1991

Capítulo 5 HIDROMETEOROLOGIA

1) ARQ. JORGE GONZALES BUSTAMANTE

Prevención y protección de los centros poblados contra las inundaciones, deslizamientos de tierras y erosión de la superficie.

2) ONERN - INRENA 1990

Inventario Nacional de Lagunas.

3) ONERN - INRENA 1992

Diagnóstico y Ordenamiento ambiental para la conservación y desarrollo turístico de la Laguna de Paca y zonas adyacentes.

4) INGS. D.P. KRYNINE; W.R. JUDD

Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros

5) DR. MEDARDO MOLINA G. (UNAM)

Reconocimiento de inundaciones y estudios de planicies de inundación.

6) SEMINARIO INTERNACIONAL PARA PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES

Definición de Llanuras de inundación y evaluación del Peligro de inundaciones.

7) ING. EDGAR RODRIGUEZ ZUBIATE

Riesgos de Inundaciones

8) CENAPRED - / Diciembre 1993 - N° 7

Aprendiendo a convivir con las inundaciones

9) ING. ELISEO POPOLIZIO / 9º CONGRESO GEOLOGICO ARGENTINO S.C.

Criterios para la concepción de Obras de Infraestructura en areas afectadas por crecientes e inundaciones.

10) AVENIDAS Y SEQUIAS - Colegios de Ingenieros del Perú.

Dr. Arturo Rocha Felices

11) ING. SUSANA HAJI SHIRONOSHITA

Plan de defensa contra Inundaciones

12) ING. RENAN NAQUIRA CORNEJO

Distribución espacial de Avenidas máximas en ríos de la Costa Central del Perú

13) S & Z Consultores Asociados S.A. / Mayo 1993.

Aprovechamiento Hidrico de la Cuenca del Rio PACHACAYO.

14) ING. CESAR BENITES CHUNGA / MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION - DIRECCION GENERAL DE AGUAS

Estudio de Parametros Geomorfologicos de una Cuenca.

15) ING. JOSE LUIS GOMEZ NAVARRO

Regulación de Ríos y Saneamiento de Terrenos.

16) ONERN / Ministerio de Agricultura.

Metodologia para el Planeamiento de Control de Inundaciones.

17) PROJECT COMMITTEE ON BRIDGE HIDRAULICS / ROAD AND

TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA

Guide to Bridge Hydraulics

18) STOP DISASTERS Nº 13 / MAYO 1993

Modelo de Inundación en 3 Municipios lacustres de la Metropolis de Manila. Peligro, Costos y actuaciones

Capítulo 6 VULNERABILIDAD

1) DR. YOSHITERU MUROSAKI

Evaluación de la Vulnerabilidad para la Prevención de Desastres en áreas urbanas en Desarrollo

2) Arq. SILVIA B. ALADRO

Desarrollo de la Preservación y Mitigación del desastre por terremoto en el Valle del Tulum, Provincia de San Juan-Argentina.

3) Ing. JUAN CARLOS CASTANO

Gran Mendoza, el nucleo urbano expuesto al mayor nivel de riesgo sismico en Argentina. INPRES.

4) Dr. ANDREW MASKREY

Perspectivas para un nuevo enfoque al Planeamiento para Mitigación de Desastres en America Latina.

5) Ing. JOSE ARANIBAR C. y ALEJANDRA ARCINIEGAS C.

Peligros naturales y analisis de la vulnerabilidad en la ciudad del Cuzco.

6) INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO URBANO (INADUR)

*Diagnostico sobre Vulnerabilidad y riesgo de las areas criticas de Lima Metropolitana
Instrumentación técnico legal para la protección sismica de Lima Metropolitana
Plan ALFA- CENTAURO.*

7) Ing. GUIDO RODRIGUEZ ZAMALLOA

Vulnerabilidad Sismica en ciudades representativas del Departamento de Arequipa y recomendaciones técnicas para la mitigación de desastres / Tesis UNI-CISMID 1994

8) Ing. JULIO KUROIWA HORIUCHI

Proyección de daños relacionando intensidades sísmicas probables y tipos de edificaciones clasificados según su resistencia sísmica. / Comunicación personal -1992

Escala de Intensidades MM para los Países Andinos (MMLA-92) Com. personal .

9) Ing. FRANCISCO ALAYZA PAZ SOLDAN

Construcciones especiales contra terremotos / Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima.

10) Ing. CESAR TAPIA CANALES

Microzonificación de la ciudad de Tumbes y Lineamientos para su desarrollo urbano para la mitigación de desastres.

**Capítulo 7 PROCESOS DE DEGRADACION DEL SUELO Y
CONTAMINACION AMBIENTAL**

1) INRENA

Diagnóstico y Ordenamiento Ambiental para la Conservación y desarrollo Turístico de la Laguna de Paca y zonas adyacentes

2) ONERN

Inventario, evaluación y uso racional de los recursos naturales de la Sierra - Cuenca del río Mantaro.

3) LORENZO CHANG NAVARRO, ABSALON VASQUEZ

Conservación de Suelos y Aguas

4) Revista MEDIO AMBIENTE N° 53

Turismo común destruye ecología de la Laguna de Paca.

5) JEAN JACQUES GOUSSARD

Diagnóstico Ecológico de una Microcuenca Andina.

6) ARTURO ROCHA FELICES

Recursos Hidráulicos / Colección del Ingeniero Civil

7) ING. CESAR ZUMARAN CALDERON (INRENA)

La Contaminación de las aguas superficiales en el Perú.

8) BIOLOGO ELBER M. ASTOCONDOR - PONENCIAS DEL 1er SEMINARIO

NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS (JULIO 1993)

La calidad del agua en la cuenca hidrográfica del río Mantaro.

9) BINNIE & PARTNERS INGS. CONSULTORES / MINISTERIO PARA EL DESARROLLO DE ULTRAMAR

Derivación de Aguas de la Cuenca Alta del Río Mantaro a Lima. Volumen 2

10) ING. LUIS MALNATTI FANO

Estudios de Impacto Ambiental en Proyectos de Inversión e Impactos por relaves.

11) JEAN JACQUES GOUSSARD Y RODRIGO SANCHEZ ENRIQUEZ

Mejoremos la Agricultura y la Vida Campesina.

12) REVISTA MEDIO AMBIENTE Nº 41

Eucaliptos perniciosos-Programa del Banco Mundial.

13) INRENA

Curso Regional de Técnicas de manejo de una Planta de LOMBRICULTURA.

**Capítulo 8 LA PLANIFICACION, AREAS DE EXPANSION,
LINEAMIENTOS DE DESARROLLO Y PLANES DE
PREVENCION DE DESASTRES**

1) MICHEL HERMELIN

Medio Ambiente y Plan de Desarrollo Municipal / Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres - 1993

2) INADUR (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano)

Memoria descriptiva del Esquema de Ordenamiento de Jauja

3) INADUR (Instituto Nacional de Desarrollo Urbano)

*Estudio de Prefactibilidad de Viviendas en ciudades críticas - Ciudad de Jauja
Marzo - 1988*

4) INRENA (ex ONERN)

Diagnóstico y Ordenamiento Ambiental de la Laguna de Paca y zonas adyacentes / 1992

5) INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA, MUNICIPALIDAD DE LIMA, PATRONATO

DE LIMA

Reglamento del Centro Historico de Lima

6) ALCALDIA DE MANIZALES- SECRETARIA DE PLANEACION MUNICIPAL

Plan de Desarrollo de Manizales, siglo XXI / 1991

7) OPS - ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

Organizacion de los Servicios de Salud para situaciones de Desastre / Publicacion Cientifica

Nº 443 / 1983

GLOSARIO

ACELEROGRAFO: Instrumento que permite medir la aceleración producida por ondas sísmicas.

AGROLOGICO: Referente a la agrología, la rama de la agronomía que se refiere al estudio del suelo en sus relaciones con la vegetación.

CALICATA: Trinchera o apique abierta para estudiar en forma detallada el perfil de un suelo o de una formación superficial.

CALCAREO: que tiene cal. Dícese del material rocoso que tiene cal en su composición.

CARCAVA: zanja excavada en sedimentos no consolidados en las laderas por acción de las aguas de lluvias que escurren por la superficie.

COBERTURA: cubierta, cara que cubre o protege a otra.

COLMATACION: acción y efecto de colmatar, llenar hasta el borde. Sedimentos excesiva en los cauces fluviales u otros.

CUATERNARIO: Refírese al período geológico que se inició al final del Plioceno (es decir, el Pleistoceno y el Holoceno). También se refiere a las rocas formadas durante este tiempo. Se le concede, según algunos autores, rango de ERA, y seguiría a la Era Cenozoica (Terciaria). Otros autores lo consideran como un período de la Era Cenozoica.

CONTAMINACION: Alteración directa o indirecta de las propiedades radiactivas, biológicas, térmicas ó físicas, de una parte cualquiera del medio ambiente, que puede crear un efecto nocivo ó potencialmente nocivo para la salud, supervivencia ó bienestar de cualquier especie viva.

DATAION: Determinación de la edad de un fósil, de una roca, de un suelo, etc. por diferentes métodos.

DEFORESTACION: Eliminación permanente del bosque y de la vegetación acompañante.

ECOSISTEMA: sistema constituido por los seres vivos existentes en un lugar determinado y el medio natural que le es propio.

EROSION: desgaste o destrucción producido por algún agente físico, químico o biológico.

ESCORRENTIA: movimiento de las aguas continentales por efecto de la gravedad, que tiene lugar a lo largo de cauces excavados en la superficie del terreno.

EUTROFIZACION: Enriquecimiento de un volumen de agua (por ejemplo), por la entrada de material orgánico o de tierras superficiales ricas en nitratos y fosfatos). La eutrofización produce un incremento en el crecimiento de las plantas acuáticas y, a veces, una deficiencia en oxígeno. En casos extremos se puede llegar a la muerte de la mayoría de los animales acuáticos.

FLUVIAL: perteneciente o relativo a los ríos.

FREATICO: aplicase a las aguas acumuladas en el subsuelo.

GAVION: cestón lleno de piedras, hecho con mallas metálicas que se usa para la defensa ribereña y estabilización de taludes.

GEOPOTENCIAL: Concepto referente a los recursos naturales renovables o no y a los limitantes de origen natural que ofrece un terreno. Establecer su geopotencial consiste en el análisis técnico de los recursos (minerales, suelos, aguas, vegetación) y de los limitantes (amenazas naturales) que ofrece con el fin de tomar decisiones acertadas acerca de su futuro uso.

LIMNIGRAFICAS: Equipo con la misma función que el limnómetro pero dotado de un sistema de registro que permite obtener lectura permanente del caudal.

LIMNIMETRO: Equipo que permite medir, a partir de observaciones que se realizan varias veces al día el caudal de un río.

MEDIO AMBIENTE: Condiciones químicas, físicas y biológicas que rodean un organismo.

MESOZOICO: Una de la eras del tiempo geológico, que se encuentra entre el Paleozoico y el Cenozoico, y que comprende los períodos Triásico, Jurásico y Cretácico.

MIOCENO: refiérase a una subdivisión de la Era Cenozoica. El Mioceno tiene rango de época y sigue al Oligoceno. El término también se aplica a las rocas depositadas durante dicha época y reciben el nombre de Serie del Mioceno.

OZONO: O₃ forma del oxígeno en que la molécula está formada por tres átomos, en lugar del oxígeno normal formado por dos átomos. Suele encontrarse en una concentración de alrededor de 0,01 ppm en el aire (se considera que 0,1 ppm de ozono es ya tóxico)

PALEOZOICO: Era del tiempo geológico, que se encuentra entre el Precámbrico y el Mesozoico, y que está formada por los períodos Cámbrico, Ordovícico, Silurico, Devonico, Carbonífero y Permico.

PLUVIOMETRO: Instrumento que permite determinar la cantidad de agua caída en un determinado intervalo de tiempo.

HUMUS: material neutro con alto contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; así como elementos menores fácilmente asimilables por las plantas.

RIADA: avenida, aluvión, crecida del río.

TERRAZA: rellano, frecuentemente cubierto de depósitos fluviales. Terreno cultivable sobre una ladera retenida por un muro pequeño.

ZONA DE BENIOFF: Plano o zona llana donde se encuentra el foco de un terremoto y que se zambulle hacia dentro o fuera del eje de los continentes.

ZONA DE SUBDUCCION: según la teoría de tectónica de placas, se denomina zona de subducción a aquellas franjas de la corteza y del manto terrestre en que la placa de la litósfera desciende en el manto.