

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE
DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD
DE ICA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

JUAN JOSÉ MALLQUI AYALA

LIMA-PERÚ

1999

SUMARIO

El presente estudio realizado para optar el título profesional de Ingeniero Civil, titulado “Plan de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales en la Ciudad de Ica” ha contado con el apoyo de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y el Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Universidad Nacional de Ingeniería. Asimismo el Comité Ejecutivo de Reconstrucción de El Niño (CEREN) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), los que a través del Proyecto “Prevención, Mitigación y Manejo del Fenómeno El Niño” (PER 97/031); han apoyado la elaboración de la presente tesis, como parte del programa de Ciudades Sostenibles.

La ciudad de Ica y su valle están sometidos a los peligros naturales, siendo los sismos, huaicos e inundaciones los peligros de mayor trascendencia, conjuntamente a ello, la migración de los pobladores rurales a la ciudad y la falta de planificación urbana, han sido los factores determinantes para que la ciudad de Ica como muchas ciudades del Perú y de los países en vías de desarrollo estén asentadas en zonas de alto riesgo.

Uno de los objetivos del presente estudio es elaborar el Mapa de Peligros, en el cual se puedan identificar las zonas seguras para uso urbano. Su finalidad, proteger la vida humana y los bienes materiales y de esa forma, encaminar a la obtención de ciudades seguras, ordenadas, eficientes y saludables.

Para alcanzar los objetivos propuestos se ha recopilado la información existente, visitado y estudiado las zonas amenazadas, se ha tenido entrevistas con autoridades y profesionales, se ha revisado la bibliografía requerida y finalmente se ha hecho una síntesis de la problemática.

En lo que respecta a la **caracterización del área en estudio**. La ciudad de Ica, es la capital de la provincia y sede de la Subregión del mismo nombre. Pertenece a la región de los Libertadores – Wari de origen muy antiguo, habiéndose fundado el 17 de junio de 1563. Las actividades en la ciudad de Ica están representadas mayormente por el comercio y entre

las cuales prevalece el comercio ambulatorio. En cuanto al nivel de educación de la población del distrito de Ica en un 5.3% es analfabeta. La ciudad de Ica es un núcleo polarizado, cuenta con atributos y atracción espacial en su entorno.

Dentro de la naturaleza regional se encuentran las características físicas de la cuenca que intervienen en el diagnóstico para la prevención de desastres de la ciudad. Una de las particularidades de la cuenca del río Ica es que: Entre el sector San Juan - Ciudad de Ica y el extremo sur de la depresión de Ocucaje, el cauce del río Ica presenta un alineamiento de aproximadamente 10° al sudeste. El valle de Ica cuenta con un recurso muy importante para su desarrollo agrícola que es el agua subterránea, que ha sufrido la sobreexplotación en los últimos años, se espera la recarga de las mismas. Las precipitaciones pluviales en la cuenca alta y media son las que contribuyen de mayor a menor proporción a la escorrentía superficial y al caudal de los ríos de régimen estacional. El caudal instantáneo el 29 de Enero habría sido del orden de 980 m³/seg. Sería importante para la prevención de desastres el monitoreo de los peligros naturales para la contribución al desarrollo regional.

En el marco de la naturaleza local, la ciudad se asienta sobre una superficie plana a ondulada que corresponde al valle del río Ica. El suelo sobre el que se asienta la ciudad está conformada por suelo aluvial y fluvial constituidos por gravas en matriz arenosa limosa, con presencia de lentes limo-arenosos, en ciertos sectores cubierto por arenas eólicas de potencia variada.

En el **análisis de los peligros naturales** que afectan a la cuenca del río Ica podemos describir a los fenómenos como derrumbes, erosión de laderas, erosión pluvial, los huaicos e inundaciones y los sismos. La ciudad de Ica se ubica en zona de alta sismicidad. Por las condiciones locales de los suelos, es muy probable la ocurrencia del fenómeno de densificación de suelos y la amplificación de Ondas Sísmicas que tiene que ver con los daños de las edificaciones durante los eventos sísmicos y las características de los suelos, por lo cual se recomienda monitorear las zonas peligrosas.

Debido al fenómeno de El Niño, Ica habría sufrido el mayor desastre del presente siglo y por las pérdidas está catalogada como una de las provincias más afectadas del Perú en el año 1998. Es muy probable que El Niño sea el artífice de los desastres ocurridos en Ica en Enero de 1998, al margen de la historia de huaicos e inundaciones de la localidad.

A consecuencia de lo anterior se ha elaborado el **Mapa de Peligros**, que es un documento simple y práctico que le sirve a la ciudad de Ica como referencia para la planificación física de sus centros urbanos contra desastres naturales. La metodología en la elaboración del Mapa de Peligros es una alternativa inicial que debe ser complementada y detallada como parte importante en proyectos integrales de desarrollo.

La tarea de prevención de desastres no termina en la microzonificación de peligros, Uno de los factores importantes en la tarea de prevención y mitigación de desastres son los estudios de vulnerabilidad (población humana, vivienda, servicios asociados). Después del evento ocurrido en Enero de 1998, los tipos de vivienda, servicios asociados han variado mucho, por lo tanto se recomienda los estudios de vulnerabilidad a nivel de tesis que concatene el presente estudio como complemento en la prevención de desastres de la ciudad de Ica. Con el Mapa de Peligros y el Análisis de Vulnerabilidad se puede obtener el Mapa de Riesgos que sería un aporte importante en la elaboración del mapa de Areas de Evacuación y Zonas críticas en caso de desastres. Para el presente estudio hemos considerado la información existente para nuestras apreciaciones, síntesis, conclusiones y recomendaciones.

El plan de prevención y mitigación de desastres naturales en la ciudad de Ica, se centra principalmente en la proposición de **medidas de prevención y/o mitigación de desastres** aplicables a la ciudad de Ica. Las medidas son planteadas considerando su relación con las demás, las acciones que incluye, los elementos necesarios para llevarla a cabo y las instituciones involucradas en su realización.

En el caso de reducción de severidad de las inundaciones, los diques construidos han sido las defensas en este siglo para ciertos niveles de severidad; para eventos extremos como el ocurrido en enero de 1998, se requiere un conjunto integrado de obras de control y tratamiento de la problemática y que esté relacionado con el aprovechamiento del recurso agua para el beneficio de la humanidad.

Reducir la vulnerabilidad en forma sistemática consiste en conducir con educación a la evolución de la sociedad, contando con la participación de la misma. Las medidas de reducción de la vulnerabilidad están íntimamente ligadas a la Microzonificación de Peligro, en consecuencia las sugerencias para el tipo y técnicas de construcción se basan en el Mapa

de Peligros (Lamina N° 17), en tanto que la recomendación general para todos los sectores de uso urbano, es que los materiales de construcción sean uniformes, resistentes y de buena calidad. Los tipos de construcciones considerados de acuerdo al Mapa de Peligros son: Edificaciones de Madera y Quincha, Edificaciones con Muros de Corte, Edificaciones de Ladrillo y Concreto, Edificaciones de Adobe.

Dentro del marco de prevención y mitigación de desastres, una de las medidas de relevada importancia es la zonificación, y entre los principales mapas se encuentran la microzonificación de peligro ó mapa de peligros y el mapa de usos del suelo. Los tipos de medidas de prevención y mitigación de desastres están relacionadas entre sí. Luego de la obtención del Mapa de Peligros, indicamos los tipos de usos recomendados y su nivel de densidad poblacional. Con respecto a las zonas de expansión nos limitamos a indicar las tendencias y sugerencias de crecimiento favorable de la ciudad de acuerdo a la topografía y al mapa de peligros, con las cuales el urbanista tendría una mayor claridad para distribuir en forma lógica los terrenos en función a las necesidades de la población.

Es muy importante que todos los Iqueños (y todos los peruanos) sepan qué fenómenos naturales los amenazan y qué deben hacer para protegerse así mismos y a sus propiedades, también deben saber normas sencillas de conducta, que le ayuden a protegerse de los fenómenos naturales.

Entre todas las medidas de prevención y mitigación no se escoge una sola, el problema de los desastres es muy complejo y debe tratarse con un enfoque integral, tiene importancia el análisis de las diversas medidas de prevención y/o mitigación posibles y de la forma que cada uno de ellos contribuye a la solución de los problemas de desastres naturales. Todas las medidas consideradas son de acuerdo al resultado del análisis de las características del área de estudio y de las condiciones de su población, de las cuales se sugiere la aplicación de las mismas como una pequeña parte del Plan Integral de Prevención de Desastres en la ciudad de Ica y el trabajo continuo y sistemático que debe terminar en acciones constantes en camino al Desarrollo Sostenido.

INDICE GENERAL

PAG. N°:

CAPITULO 1: PRESENTACION DEL ESTUDIO

1.0 Introducción.....	i
1.1 Antecedentes	01
1.2 Objetivos	01
1.3 Finalidad	02
1.4 Alcances	02
1.5 Metodología	03

CAPITULO 2: CARACTERIZACION DEL ÁREA EN ESTUDIO

2.1 Generalidades.	
2.1.1 Ubicación Geográfica	04
2.1.2 Aspectos Históricos	04
2.1.3 Descripción	07
2.1.4 Historia de desastres en Ica.	
2.1.4.1 Sismos	08
2.1.4.2 Inundaciones	10
2.2 Análisis socioeconómico.	
2.2.1 Aspectos Generales	12
2.2.2 Demografía.	
2.2.2.1 Población total departamental	13
2.2.2.2 Población total provincial y distrital	13
2.2.2.3 Proyecciones del tamaño de la población.....	15
2.2.3 Estudio socioeconómico.	
2.2.3.1 Actividad económica	15
2.2.3.2 Analfabetismo	16

2.3 Situación actual del área urbana.	
2.3.1 Infraestructura de servicios básicos.	
2.3.1.1 Agua potable	17
2.3.1.2 Alcantarillado	18
2.3.2 Usos de suelo	20
2.4 Condiciones físicas locales.	
2.4.1 Naturaleza regional.	
2.4.1.1 Generalidades de la cuenca del río Ica.....	25
2.4.1.2 Geomorfología	29
2.4.1.3 Geología	31
2.4.1.4 Hidrogeología	33
2.4.1.5 Meteorología	34
2.4.1.6 Hidrología	38
2.4.2 Naturaleza local.	
2.4.2.1 Morfología	46
2.4.2.2 Terreno de fundación	46
2.4.2.3 Roca de basamiento	47
2.4.2.4 Topografía	47
2.4.2.5 Mecánica de suelos	47

CAPITULO 3: ANÁLISIS DE LOS PELIGROS NATURALES

3.1 Introducción	52
3.2 Clasificación.	
3.2.1 Fenómenos de origen tectónico	52
3.2.2 Fenómenos de origen hidrometeorológicos.	
3.2.2.1 Derrumbes	54
3.2.2.2 Erosión de laderas	54
3.2.2.3 Erosión fluvial	54
3.2.2.4 Inundaciones	55
3.2.2.5 Huaicos	55

3.3 Fenómeno de “El Niño”.	
3.3.1 Definición	56
3.3.2 Factores que originan en fenómeno	56
3.3.3 Historia de fenómenos	58
3.3.4 El Niño 1997 – 1998	61
3.3.5 El Niño en Ica	64
3.3.6 Probabilidad de ocurrencia	64
3.4 Evaluación de daños producidos por El Niño en enero de 1998.	
3.4.1 Inundación del 23 de enero	65
3.4.2 Inundación de 29 de enero	66
3.4.3 Evaluación de daños.	
3.4.3.1 Agricultura	68
3.4.3.2 Estructura urbana	68
3.4.3.3 Infraestructura	72
3.4.3.4 San José de los Molinos	75
3.4.3.5 Conclusiones	77
3.5 Zonificación de peligro.	
3.5.1 Planicies de inundación.	
3.5.1.1 Definición	77
3.5.1.2 Descripción	77
3.5.1.3 Método de Sensoramiento Remoto	80
3.5.1.4 Método Dinámico Tradicional	81
3.5.1.5 Método Estático	81
3.5.2 Microzonificación sísmica.	
3.5.2.1 Definición	81
3.5.2.2 Descripción	83
3.5.3 Microzonificación física.	
3.5.3.1 Definición	84
3.5.3.2 Descripción	85

3.5.3.3	Criterios para la clasificación de peligros....	85
3.5.3.4	Desarrollo	86
3.6	Evaluación de riesgos en la ciudad de Ica.	
3.6.1	Descripción	88
3.6.2	Vulnerabilidad.	
3.6.2.1	Definición	88
3.6.2.2	Aspectos generales	88
3.6.2.3	Vulnerabilidad Sísmica	89
3.6.2.4	Vulnerabilidad frente a las inundaciones	96
3.6.3	Calificación de sectores según el potencial de riesgo.	
3.6.3.1	Riesgo sísmico	97
3.6.4	Conclusiones y recomendaciones	98

CAPITULO 4: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES

4.1	Esquema metodológico	99
4.2	Definición.	
4.2.1	Plan	100
4.2.2	Mitigación de desastres	100
4.2.3	Prevención de desastres	100
4.3	Medidas estructurales.	
4.3.1	Reducción de la severidad.	
4.3.1.1	Obras de defensa en la ciudad	102
4.3.2	Reducción de la vulnerabilidad.	
4.3.2.1	Tipos de construcciones	103
4.4	Medidas no estructurales.	
4.4.1	Usos del suelo.	
4.4.1.1	Tipos de usos	105
4.4.1.2	Expansión urbana	106
4.4.2	Cultura de prevención.	

4.4.2.1 Medidas normativas e institucionales	108
4.4.2.2 Plan operativo de emergencia	108
4.4.2.3 Planes de evacuación	109
4.5 Mejores alternativas	109

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 111

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 118

ANEXOS

ANEXO I.- Imágenes fotográficas

ANEXO II.- Recortes periodísticos

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y LAMINAS

PAG. N° :

CUADROS

CUADRO N° 2.1	DEPARTAMENTO DE ICA; CREACION Y SUPERFICIE, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS	05
CUADRO N° 2.2	POBLACION TOTAL DEPARTAMENTAL Y TASA DE CRECIMIENTO	13
CUADRO N° 2.3	POBLACION TOTAL PROVINCIAL Y DISTRITAL	14
CUADRO N° 2.4	POBLACION TOTAL PROYECTADA	15
CUADRO N° 2.5	CONDICION DE ACTIVIDAD ECONOMICA...	16
CUADRO N° 2.6	CONDICION DE ALFABETISMO	17
CUADRO N° 2.7	VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES CON TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	18
CUADRO N° 2.8	DESCARGAS MAXIMAS EN EL RIO ICA: (METODO DE FULLER)	43
CUADRO N° 2.9	DESCARGAS MAXIMAS EN EL RIO ICA: (METODO DEL DIAGRAMA UNITARIO	44
CUADRO N° 3.1	RECORD DE ENSOs	60
CUADRO N° 3.2	ANOMALIAS DE LA TEMPERATURA DEL AIRE	63
CUADRO N° 3.3	REPORTE DE PERDIDAS Y/O AFECTACIONES DE CULTIVOS	69
CUADRO N° 3.4	AREAS URBANAS Y RURALES AFECTADAS	70
CUADRO N° 3.5	AREAS URBANAS Y RURALES AFECTADAS EN LOS DISTRITOS ALEDAÑOS	71
CUADRO N° 3.6	TOTAL DE VIVIENDAS DAMNIFICADAS	

	POR GRADO DE AFECTACION	72
CUADRO N° 3.7	DAÑOS CAUSADOS EN REDES DE AGUA Y ALCANTARILLADO	73
CUADRO N° 3.8	DAÑOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICA	74
CUADRO N° 3.9	ZONIFICACION DE SUELOS EN LA CIUDAD DE ICA	84
CUADRO N° 3.10	CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO I	91
CUADRO N° 3.11	CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO II	92
CUADRO N° 3.12	CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO III	93
CUADRO N° 3.13	CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO IV	94
CUADRO N° 3.14	CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA POR SECTORES	96

FIGURAS

	PAG. N° :	
FIGURA N° 3.1	INDICE DE OSCILACION SUR	57
FIGURA N° 3.2	ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL....	59
FIGURA N° 3.3	DIAGRAMA DE FLUJO, PLANICIES DE INUNDACION	78
FIGURA N° 3.4	PLANICIE DE INUNDACION	79
FIGURA N° 3.5	SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.....	82
FIGURA N° 4.1	DIAGRAMA DE FLUJO DEL ESTUDIO PARA LAS MEDIDAS DE MITIGACION	100

LAMINAS

- LAMINA N° 1** UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIO EN EL PERU
- LAMINA N° 2** UBICACIÓN DE LOS DISTRITOS EN LA PROVINCIA DE ICA
- LAMINA N° 3** ANTECEDENTES HISTORICOS – DESBORDE DEL RIO EN EL AÑO 1963
- LAMINA N° 4** EVOLUCION DE LA CIUDAD DE ICA
- LAMINA N° 5** PLANO GEOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO ICA
- LAMINA N° 6** PLANO ECOLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO ICA
- LAMINA N° 7** MAPA DE ISOYETAS DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL
- LAMINA N° 8** PLANO CATASTRAL DE LA CIUDAD DE ICA
- LAMINA N° 9** PLANO TOPOGRAFICO DE LA CIUDAD DE ICA
- LAMINA N° 10** CURVA ISOPERIODOS DE VIBRACION
- LAMINA N° 11** CURVA DE MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS EN EL PERU

**LAMINA N° 12 ZONAS AFECTADAS POR INUNDACION
Y HUAICOS EN EL VALLE**

**LAMINA N° 13 VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACION
EN ENERO DE 1998**

**LAMINA N° 14 EVALUACION DE HUAICOS EN LOS MOLINOS
EN ENERO DE 1998**

LAMINA N° 15 MAPA DE PELIGROS POR INUNDACION

LAMINA N° 16 MICROZONIFICACION SISMICA

**LAMINA N° 17 MAPA DE PELIGROS POR SISMOS
E INUNDACIONES**

LAMINA N° 18 VULNERABILIDAD SISMICA

LAMINA N° 19 RIESGO SISMICO

LAMINA N° 20 DIRECCIONES DE EXPANSION URBANA

CAPITULO 1

PRESENTACION DEL ESTUDIO

1.0.- INTRODUCCION

Desde tiempos remotos, el valle de río Ica soporta los golpes de la naturaleza, como el ocurrido el 29 de Enero de 1998, causando grandes pérdidas, económicas y de vidas humanas. Los peligros naturales están presentes en todo el mundo manifestándose de diferentes formas; en el valle de Ica, son los sismos, huacos e inundaciones los peligros de mayor trascendencia.

Los desastres denominados naturales, dependen principalmente del grado de vulnerabilidad en que se encuentra nuestra sociedad frente a los peligros naturales.

La migración de los pobladores rurales a la ciudad y la falta de planificación urbana, han sido algunos de los factores determinantes, para que la ciudad de Ica así como muchas de las ciudades del Perú y de los países en vías de desarrollo estén asentadas en zonas de alto riesgo.

Las acciones y medidas durante y después de un evento, resultan desorganizadas y en consecuencia con grandes saldos de pérdidas, sí es que no se cuenta con un plan de prevención debidamente distribuida en toda la población, como sucedió en Ica. Estos hechos sirven de manera referencial en la evaluación y análisis del problema, como punto de partida para el tratamiento de los desastres naturales.

Ante esta situación se hace necesario la elaboración de un Plan de Prevención y Mitigación de Desastres, como investigación de tesis, en el aporte de la universidad a la sociedad. La Microzonificación de peligros es una herramienta muy útil para la planificación física de la ciudad contra desastres naturales, se ha hecho la aplicación en algunas ciudades del Perú, con excelentes resultados; para el caso de Ica hemos elaborado el Mapa de Peligros de la ciudad, para emitir de acuerdo a ello nuestras apreciaciones como medidas de prevención y mitigación de desastres dentro de un plan.

1.1. - ANTECEDENTES

Por su ubicación y características físicas, el valle de Ica está sometido a los peligros naturales siendo los sismos, huaicos e inundaciones los peligros de mayor trascendencia.

La inmigración de los pobladores rurales hacia la ciudad y la falta de planificación urbana, han sido los factores determinantes para que la ciudad de Ica, al igual que muchas ciudades del Perú y de los países en vías de desarrollo, estén asentados en zonas de alto riesgo.

Los organismos, entidades y autoridades de la ciudad de Ica, se han pronunciado en diferentes épocas y formas, dando soluciones aisladas a un problema integral donde intervienen muchas variables, con pocos resultados favorables a la población.

1.2. - OBJETIVOS

Evaluar daños producidos por el fenómeno de “El Niño” ocurrido el 29 de enero de 1998 en el valle de la ciudad de Ica.

Realizar la microzonificación de peligros naturales, que posibilitan la identificación de zonas aptas para el uso urbano.

Recomendar en forma comparativa, medidas de mitigación estructurales y no estructurales aplicables a la ciudad y el valle, que sirvan de referencia en la elaboración de proyectos integrales de desarrollo.

Elevar el nivel social de los pobladores, mediante un programa de recomendaciones y lineamientos de cultura preventiva a las autoridades de la ciudad para su debida divulgación.

1.3. - FINALIDAD

Proteger la vida humana y los bienes materiales, mediante un crecimiento ordenado de la ciudad, con la microzonificación de peligros como herramienta, y por ende el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores con la cultura preventiva divulgada.

1.4. - ALCANCES

Para alcanzar los objetivos propuestos, se tuvo que recopilar los datos necesarios de cada uno de los aspectos tratados, considerando épocas e importancia de estudios, con inspección físico visual en todo el valle de Ica; por ejemplo, el estudio de microzonificación sísmica elaborada por CISMID y el estudio de la vulnerabilidad sísmica elaborada por UNSLG, se han considerado como fuentes de información complementarios en el capítulo de Análisis de Peligros Naturales, por ser estudios de épocas recientes (1994 y 1996 respectivamente).

Para la elaboración de las zonas de inundación, se han tomado datos recientes del estudio hidrológico y la delimitación por información estadística e información de la población durante las visitas a la ciudad.

En la parte de Medidas de Prevención y Mitigación de desastres, se han integrado los resultados de todo lo analizado anteriormente, con entrevistas a profesionales y autoridades de la ciudad de Ica, la asesoría permanente del Ing. Julio Kuroiwa y profesionales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

1.5. - METODOLOGÍA

El trabajo fue elaborado en el Departamento de Planeamiento y Mitigación de Desastres del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, utilizando los equipos de informática y biblioteca, contando también con el diálogo permanente referidas al tema, con el Ing. Francisco Ríos, Jefe de Departamento.

El trabajo de campo se ha realizado con visitas permanentes a la ciudad y el valle, para las inspecciones físico visuales en diversas etapas del estudio.

La metodología empleada en el sub capítulo de Microzonificación física es el método peruano simplificado, desarrollada por el Ing. Julio Kuroiwa y colaboradores; se detalla el método en el capítulo tres.

Han sido necesarias las entrevistas con profesionales, autoridades y pobladores del lugar para el análisis de la problemática y discusión de posibles soluciones en beneficio de la población y crecimiento ordenado de la ciudad.

CAPITULO 2

CARACTERIZACION DEL AREA EN ESTUDIO

2.1. - GENERALIDADES

En este subcapítulo se exponen los aspectos generales de la ciudad y las características más importantes de la historia, como referencia para los objetivos principales de la tesis.

2.1.1 UBICACION GEOGRAFICA

La ciudad de Ica, es la capital de la provincia y sede de la Subregión del mismo nombre. Pertenece a la región de los Libertadores - Wari. Se ubica en su mayor parte, sobre la margen derecha del río Ica, a $14^{\circ} 3' 50''$ de latitud Sur y $75^{\circ} 42' 20''$ de longitud Oeste y a una altitud promedio de 420 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 305 Km al Sur de la capital de la República. Ver cuadro N° 2.1 y laminas N° 2.1 y N° 2.2.

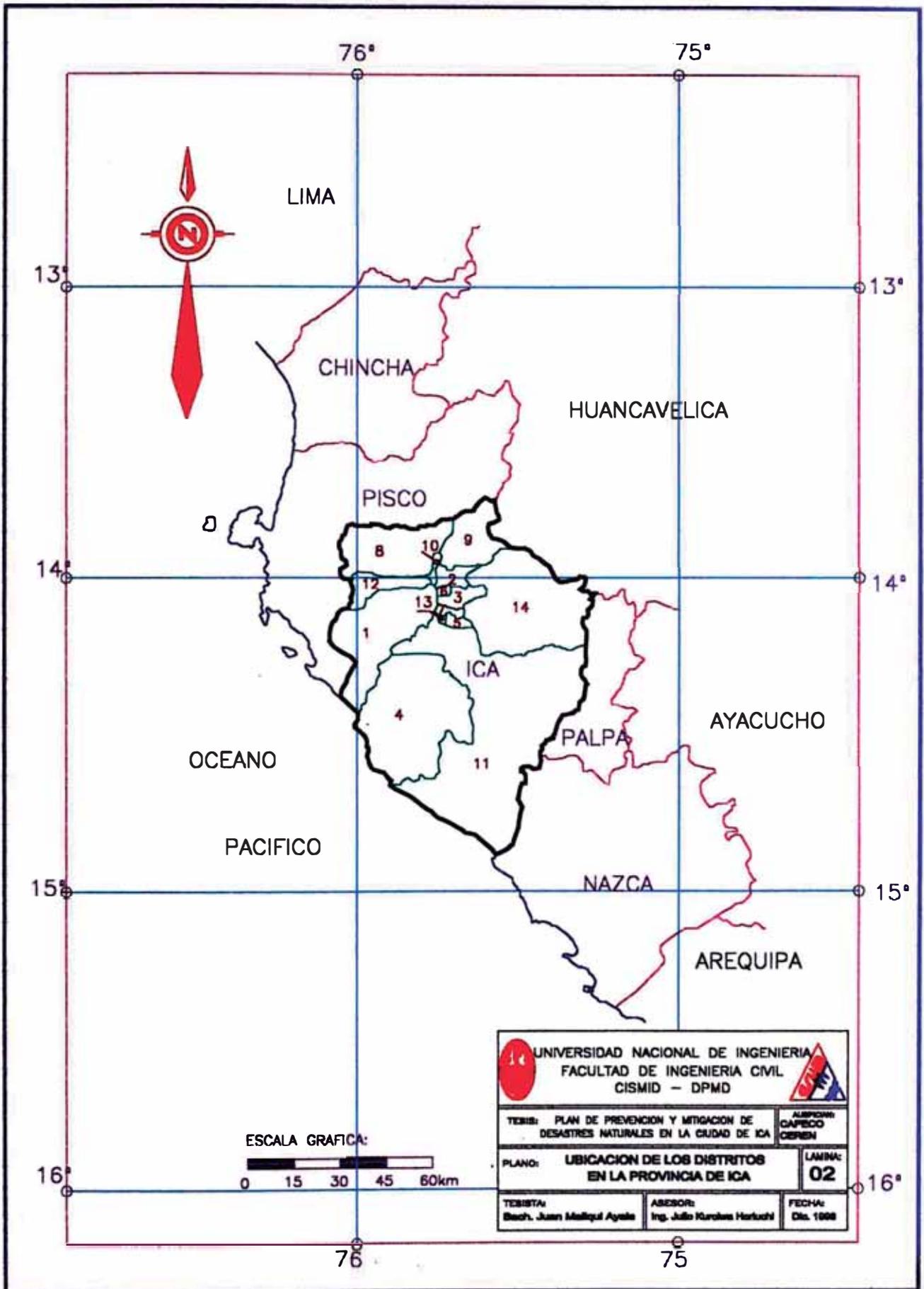
2.1.2 ASPECTOS HISTORICOS

La ciudad de Ica, es de origen muy antiguo, habiéndose fundado el 17 de junio de 1563 por el capitán español Don Luis Jerónimo de Cabrera y Toledo.

La primera ciudad de Ica fue un trazado de las que serían las calles y manzanas de casas, con levantamiento de viviendas de algunos españoles.



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID – DPMD		
TESIS: PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE ICA		ASESOR: CAPEDO CEBREN
PLANO: UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE ESTUDIO EN EL PERU		LÁMINA: 01
TESISTA: Bach. Juan Melquí Ayala	ASESOR: Ing. Julio Kurokawa Horokuchi	FECHA: NOV. 1998



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMD			 ASIPOM CAPECO CIBEN
TESIS: PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE ICA			LAMINA: 02
PLANO: UBICACIÓN DE LOS DISTRITOS EN LA PROVINCIA DE ICA			FECHA: Dic. 1998
TESIS: Bach. Juan Malpica Ayala		ASESOR: Ing. Julio Morales Haruchi	

CUADRO N° 2.1 DEPARTAMENTO DE ICA: CREACION Y SUPERFICIE, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS

DEPARTAMENTO Y PROVINCIA	FECHA DE CREACION	SUPERFICIE (km ²)
ICA		
CHINCHA	EPOCA INDEP.	2987,35
ICA	EPOCA INDEP.	7894,05
NAZCA	EPOCA INDEP.	5234,08
PALPA	EPOCA INDEP.	1232,88
PISCO	EPOCA INDEP.	3957,15
PROVINCIA Y DISTRITO		
ICA		
1. ICA	EPOCA INDEP.	887,51
2. LA TINGUIÑA	28 DIC. 1961	98,34
3. LOS AQUIJES	29 NOV. 1926	90,92
4. OCUCAJE	18 MAY. 1984	1417,12
5. PACHACUTEC	24 JUL. 1964	34,47
6. PARCONA	17 MAR. 1962	17,39
7. PUEBLO NUEVO	30 ENE. 1871	33,12
8. SALAS	11 FEB. 1925	651,72
9. SAN JOSE DE LOS MOLINOS	14 JUN. 1876	363,2
10. SAN JUAN BAUTISTA	25 JUN. 1876	26,39
11. SANTIAGO	31 OCT. 1870	2783,73
12. SUBTANJALLA	10 FEB. 1959	193,97
13. TATE	24 ENE. 1964	7,07
14. YAUCA DE ROSARIO	25 JUN. 1855	1289,1

FUENTE: INEI- 1996

La distribución de los solares fue, en primer lugar para los españoles que habían colaborado con la conquista; luego para las ordenes religiosas, los solares que quedaban fueron asignadas para los españoles que habían llegado después de la conquista, finalmente podían adquirir solares los mestizos con solvencia económica. El terremoto de 1568 destruyó esta naciente ciudad.

La segunda ciudad, fue edificada en los terrenos del capitán Felipe Rodamonte, abarcando las actuales áreas de las urbanizaciones Santo Domingo, Luren, la Moderna Santa Elena, Botijería de Angulo Norte y Sur, Las plazas Bolognesi y Barranca; por esta ésta época se empieza a diseñar las calles con nombres. Esta ciudad fue destruida por el terremoto de 1664, sin muchas pruebas, siendo probable también que su destrucción ocurriera en el terremoto de 1589.

La tercera ciudad, se edificó un poco mas al norte de Rodamonte, asentándose también en el mismo lugar de los desastres por habitantes que se quedaron sin hogar.

En el año 1641 ya se notaba la influencia técnica y cultural de los hispanos, habían surgido industrias como la del vino y del vidrio, entre otras, en el medio rural. Se habían trazado nuevas calles como la Amargura, la Merced, Pescadería y Malambo en la zona urbana.

Las viviendas de los españoles eran amplias, se distribuían en: la portada; el zaguán; el patio; el salón; el comedor, que estaba adornado con mesas y sillas talladas en madera fina, sus aparadores guardaban vajillas de oro, plata o cristal; las alcobas donde se encontraban los escudos nobiliarios; el oratorio; el cuarto de los temblores, refugio que no faltaba en ninguna mansión, lo cual indica que en ese entonces se tomaban medidas de prevención en razón de la alta sismicidad de la zona.

Las viviendas de los indígenas iqueños eran bajas, por lo general hechas con cañas y barro. Se edificaban a distancia prudencial de los españoles, según las leyes indias. Dormían sobre el suelo, sus asientos eran troncos o sillas de sauce y totora, sus vajillas eran de barro y sus chácharas de madera.

Después de mucho tiempo de fundado la ciudad de Ica, hubo alumbrado que consistía en faroles con candiles de velas que pendían en las esquinas o portales de las casas de los españoles.

La ciudad de Ica cobra mayor actividad con la llegada del dinero, sobre todo en el aspecto comercial y los hombres que no trabajaban en el campo, construían sus casas dentro de la ciudad y se dedicaban a labores artesanales tales como la de herrero, zapatero, carpintero, etc.

2.1.3 DESCRIPCION

La ocurrencia de varios movimientos sísmicos en el pasado han dejado a la ciudad sin monumentos históricos, solamente queda el frontis del palacio de los marqueses de torre hermosa. La iglesia de Luren fue terminada en plena época contemporánea, las construcciones antiguas son de un solo piso.

Existen áreas que tienen relación con la evolución histórica, de las cuales se puede mencionar; la Plaza de armas, las Plazas Barranca y Bolognesi, el centro vacacional de huacachina, que forman una imagen tradicional.

La ciudad de Ica en la actualidad, es el resultado de la confluencia de múltiples factores de orden socioeconómico y físico, el casco urbano fue creciendo desordenadamente, sin planificación y sin un real conocimiento de desarrollo o expansión urbana. Con el crecimiento de la población, los mismos se han asentado

en zonas no aptas para la edificación, como es el caso de los asentamientos humanos Señor de los Milagros, San Martín de Porres, Santa Rosa, Señor de Lúren, etc.

Recientemente se han asentado en la margen izquierda del río Ica, aguas abajo del puente socorro, la cual estaba prohibida por el peligro de inundaciones que es característico en épocas de avenidas.

La ciudad de Ica y todo su valle, está ubicado en zona de aguas subterráneas que forman flujos internos que al aflorar a la superficie dieron en algún tiempo origen a innumerables manantiales o lagunas con aguas de singulares coloraciones; tal es el caso del flujo subterráneo que forma la laguna de la Huacachina cuyas aguas contienen minerales de propiedades curativas; también por su posición geográfica y condiciones morfológicas se le cataloga como uno de los valles de mayor producción de la costa peruana; pero uno de sus problemas es la sobreexplotación de aguas subterráneas, por la cual disminuye el nivel de la napa freática, corriendo el riesgo de secarse por completo.

2.1.4 HISTORIA DE DESASTRES EN ICA

2.1.4.1 SISMOS

Se presenta la relación de sismos más importantes, junto a las consecuencias, registrados en el departamento de Ica por el Instituto Geofísico del Perú desde 1568 hasta 1974. A continuación tenemos:

- 1568, Abril 4: Fuerte sismo en Ica y sentido en Lima.

- 1589, Agosto: Sismo de gran intensidad en Ica, ocasionando la destrucción parcial de la naciente ciudad. Intensidad IX MMI, en Ica.

- **1664, Mayo 12, a las 04:15 a.m.:** Terremoto en Ica. La ciudad quedó destruida y murieron más de 300 personas.

- **1687, Octubre 20:** Ocurrieron 2 terremotos en Lima. Como efectos secundarios de estos sismos, se formaron entre Ica y Cañete, grandes grietas de muchos kilómetros de extensión.

- **1813, Marzo 30, a las 04:30:** Terremoto en Ica, se destruyó las casas y templos, muriendo 32 personas. Se formaron grandes grietas en el cauce del río, del cual surgió gran cantidad de lodo. La intensidad en Ica fue de grado VII.

- **1846, Junio 27, a las 20:15 horas:** Daños en Ica, causados por violento temblor. En Lima la duración de sacudida se estimó en más de 2 minutos.

- **1901, Noviembre 21, a las 14:19 horas:** Fuerte temblor en Ica, fue sentido desde Huacho hasta Chala. La intensidad en Ica fue de grado VI.

- **1907, Febrero 23, a las 15:17 horas:** Sacudida principal en un área aproximada de 106,000 km². La intensidad en Ica fue de grado V.

- **1915, Setiembre 20, a las 17:28 horas:** Fuerte temblor en Ica. Intensidad V. Hubo réplica el 21 de Setiembre del mismo año.

- **1920, Octubre 7, a las 15:54:** Terremoto en las zonas limítrofes de los departamentos de Ayacucho y Arequipa. Intensidad en Ica V MM.

- **1942, Agosto 24, a las 17:51 horas:** Terremoto en la región limítrofe de los Departamentos de Ica y Arequipa, situados entre los paralelos 14° a 16° latitud sur. Intensidad grado IX MM. Murieron 30 personas por los desplomes de las casas y 25

heridos por diversas causas. En Ica se desplomó la Iglesia del Señor de Luren, también diversas casas sufrieron desperfectos. Este sismo es considerado como uno de los más notables en la historia de Ica.

- **1950, Diciembre 9, a las 21:50 horas:** Fuerte temblor en Ica, de Intensidad VII, ocasionó la muerte de 4 personas y averías de consideración en las construcciones de adobe, principalmente en las zonas más humildes. Sobre el terreno provocó la apertura de grietas en zonas de sembrío. Ocurrieron derrumbes en la carretera de Ica a Córdoba, en Pacarán y en el pueblo de huaitará. Epicentro latitud 14.5° y longitud 76.5° w.

- **1961, Enero 27, a las 22:55 horas:** Extremo movimiento de tierra en las poblaciones costeras comprendidas entre Lima y Nazca. Ligeramente destructor en Ica. Grado VI MM.

- **1968, Setiembre 28, a las 8:54 horas:** Fuerte movimiento de tierra de intensidad VI MM, que maltrató las construcciones antiguas de Ica.

- **1970, Mayo 31:** El sismo se sintió con regular intensidad en Ica.

- **1974, Octubre 3:** Movimiento sísmico de gran intensidad en Ica.

2.1.4.2 INUNDACIONES

Las características potenciales de inundación en el valle de Ica, obedecen a la morfología de la cuenca receptiva que presenta una topografía accidentada con fuerte pendiente en la parte media y alta, y poca pendiente en la parte baja del valle.

Entre los eventos más perjudiciales, pueden mencionarse los registrados entre los años 1925 y 1994, con las consecuencias de las mismas.

- **1925:** La mayor avenida inundó casi la totalidad de las tierras agrícolas, el cultivo principal era la caña de azúcar, produciéndose el cambio de éste por el algodón y la vid, cultivos que persisten en la actualidad.

- **1946:** Las fuertes avenidas del río Ica provocaron inundaciones en el área urbana y rural.

- **1953:** De acuerdo a los aforos efectuados en la Achirana, las descargas del río llegaron a 275 m³/s afectando extensiones de tierras agrícolas.

- **1963, Marzo 7:** El caudal registrado fue de 300 m³/s, inundó la ciudad de Ica, al desbordar el antiguo dique "Socorro", construido en 1902, por el Ing. Carlos Sutton; años después se construyó el nuevo dique, constituido principalmente por rocas de diámetros mayores a 1 m; asimismo, se construyó una estructura con compuertas del tipo charnela en la margen derecha del río, aguas arriba del puente "Socorro", para el reingreso al cauce del río, de las aguas que desbordasen aguas arriba de la ciudad. Esta inundación también afectó las áreas de cultivo, en las zonas de: San José de los Molinos, El Olivo, Trapiche, Ocucaje.

- **1972, Marzo:** Se produjeron excesivas lluvias, incrementando el caudal de los ríos y a causa de este fenómeno se registraron inundaciones y erosiones en varios sectores del valle del río Ica, destruyendo 212 hectáreas de terrenos y 263 hectáreas de tierras agropecuarias.

- **1983:** El caudal máximo instantáneo, alcanzó los 420 m³/s, inundando el caserío de Chanchajalla, así como las tierras de cultivo en las zonas de Batea-Comezango, El Carmen y El Olivo.

- **1985:** Se inundaron tierras de cultivo en el Carmen y El Olivo, poniendo en peligro los poblados.

- **1994:** Al desbordarse la acequia "La Mochica" cuyo cauce atraviesa la ciudad de Norte a Sur inundó a numerosas viviendas de la Unidad Vecinal, así como locales comerciales y varias calles de la ciudad, igualmente el desborde del río Ica por la bocatoma "La Toledo" destruyó mas de 300 viviendas en cinco Asentamientos Humanos con 2500 damnificados.

2.2. - ANALISIS SOCIOECONOMICO

2.2.1 ASPECTOS GENERALES

La ciudad de Ica es un núcleo polarizado, es decir, cuenta con atributos que han contribuido a la generación de cierto nivel de importancia y atracción espacial en su entorno, así como los distritos de: La tinguña, Parcona, Los Aquijes, Pampa de Tate, Pueblo Nuevo, Guadalupe, San José de Los Molinos, San Juan Bautista, Santiago, Subtanjalla, Tate.

Los estudios de vulnerabilidad estiman el grado de pérdida o de daños que podrían resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural de severidad dada. La situación socioeconómica de una población es uno de los factores importantes para la estimación del grado de vulnerabilidad. En este sentido las actuales condiciones socioeconómicas en la ciudad, conducen a situaciones de vulnerabilidad extrema a grandes sectores de la población, siendo ésta en muchos casos el causante del mayor porcentaje de daños, en la ocurrencia de un fenómeno natural.

En este capítulo se pretende presentar el estado actual desde el punto de vista socioeconómico de la ciudad de Ica y alrededores, a nivel departamental, provincial y distrital, de acuerdo a datos proporcionados por la fuente.

2.2.2 DEMOGRAFIA

2.2.2.1 POBLACION TOTAL DEPARTAMENTAL

El departamento de Ica, en cuanto a su volumen poblacional, se ubica en el decimocuarto lugar, albergando al 2.6 % de la población del país. En las últimas tres décadas mantiene su importancia relativa poblacional. En el cuadro N° 2.2 se presenta la población total del departamento en los censos del presente siglo.

CUADRO N.º 2.2 POBLACION TOTAL DEPARTAMENTAL Y TASA DE CRECIMIENTO

AÑO	POBLAC. TOTAL	INCREMENTO INTERCENSAL		INCREM. ANUAL (Hab.)	TASA DE CRECIM. (P. ANUAL)
		ABSOLUTO	%		
1 940	144 547				
1 961	261 126	116 579	80,7	5 551	2,8
1 972	373 338	112 212	43	10 201	3,3
1 981	446 902	73 564	19,7	8 174	2
1 993	578 766	131 864	29,5	10 989	2,2

FUENTE: INEI - CENSOS NACIONALES

2.2.2.2 POBLACION TOTAL PROVINCIAL Y DISTRITAL

Las cifras absolutas de la población del área urbana continúa en aumento, por la cual es necesario presentar datos estadísticos de población de la ciudad de Ica y de los distritos que en algunos casos están asentados en zonas de peligro natural. Se presenta en el cuadro N° 2.3 datos estadísticos del último censo nacional, en el año 1993.

CUADRO N° 2.3 POBLACION TOTAL, POR AREA URBANA Y RURAL, SEGÚN PROVINCIA Y DISTRITOS

PROVINCIA Y DISTRITOS	POBLACION	URBANA	RURAL
ICA	244 741	209 454	35 287
ICA	106 381	103 797	2 584
LA TINGUÑA	22 180	18 264	3 916
LOS AQUIJES	11 176	6 550	4 626
OCUCAJE	3 305	1 063	2 242
PACHACUTEC	4 534	4 004	530
PARCONA	40 283	39 345	938
PUEBLO NUEVO	4 447	1 261	3 186
SALAS	10 190	8 919	1 271
SAN JOSE DE LOS MOLINOS	5 453	2 659	2 794
SAN JUAN BAUTISTA	8 553	5 735	2 818
SANTIAGO	15 028	8 721	6 307
SUBTANJALLA	8 747	7 592	1 555
TATE	3 133	1 450	1 683
YAUCA DE ROSARIO	1 331	94	1 237

FUENTE: INEI – 1993

2.2.2.3 PROYECCIONES DEL TAMAÑO DE LA POBLACION

Las proyecciones del tamaño de la población se elaboran de acuerdo a indicadores demográficos; como son la fecundidad, mortalidad, esperanza de vida al nacer, tasa de crecimiento natural y la migración. En el cuadro N° 2.4 se presenta la población proyectada hasta el año 2 015.

CUADRO N.º 2.4 POBLACION TOTAL PROYECTADA

LUGAR	1 993	1 996	2 000	2 005	2 010	2 015
DEPAR. ICA	578 766	607 600	649 332	701 000	749 422	793 752
PROV. ICA	244 741	267 500	291 000			

FUENTE INEI-1996

2.2.3 ESTUDIO SOCIOECONOMICO

2.2.3.1 ACTIVIDAD ECONOMICA

El comercio es una de las actividades que se realiza masivamente en la ciudad de Ica. Dentro de los diversos tipos de comercio existentes en la zona, es el comercio ambulatorio la que prevalece, en los últimos años, este se ha incrementado notablemente, debido mayormente a los inmigrantes de los departamentos de Huancavelica y Ayacucho, quienes al no tener una ocupación que les reporte ingresos, encuentran en el comercio ambulatorio, una ocupación que significa un alivio para sus necesidades prioritarias.

El departamento de Ica, la provincia y el distrito se aproximan en porcentaje, en cuanto a población económicamente activa se refiere, tal como se muestra en el cuadro N° 2.5, para la población de 6 años a más.

CUADRO N° 2.5 CONDICION DE ACTIVIDAD ECONOMICA

DISTRITO	POBLACION ECON. ACTIVA		POBLACION ECON. NO ACTIVA	TOTAL	PEA(%)
	OCUPADA	DESOCUP.			
DPTO. ICA	157 204	15 945	313 951	487 100	35,5
PROV. ICA	64 944	8 536	139 241	212 721	34,5
ICA	30 117	4 035	59 552	93 704	36,4
LA TINGUÑA	5 809	733	12 445	18 987	34,6
PARCONA	10 794	1 425	22 126	34 345	35,6
LOS MOLINOS	1 416	116	3 109	4 641	33,1

FUENTE: INEI - 1993

2.2.3.2 ANALFABETISMO

Se considera analfabeta a toda persona de 6 a más años de edad que no sabe leer ni escribir.

El nivel de educación de la población, es un factor muy importante para la tarea de prevención de desastres, por el porcentaje de captación de la cultura de prevención a través de los medios de comunicación, se presenta una tabla N° 2.6 de analfabetismo de acuerdo a los distritos más vulnerables de la provincia de Ica.

CUADRO N° 2.6 CONDICION DE ALFABETISMO

DISTRITO	SABE LEER Y ESCRIBIR	NO SABE LEER Y ESCRIBIR	NO ESPECIFICA	ANALFAB. %
ICA	90 861	5 011	53	5,3
LA TINGUÑA	17 933	1 608	9	8,3
PARCONA	32 686	2 692	19	7,7
LOS MOLINOS	4 154	611	7	12,9

FUENTE: INEI – 1993

2.3. - SITUACION ACTUAL DEL AREA URBANA

2.3.1 INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS

2.3.1.1 AGUA POTABLE

El agua potable es un elemento indispensable en la vida, el poblador la utiliza como elemento para su nutrición, sea como bebida o como integrante de alimentos, lo requiere para el lavado de ropas, trastos, la exigencia para su aseo personal y dispone de ella para alejar sus desechos. Pero la salud de la población depende no solo de la cantidad sino también de la calidad del agua que es indispensable para limitar la transmisión directa de gérmenes patógenos y las epidemias (por ejemplo el cólera).

Con respecto a la Ciudad de Ica, las viviendas que cuentan con servicio de agua conectada a red pública dentro de la vivienda en 1993, representa el 62.5% (INEI). Estas viviendas se ubican fundamentalmente en el área urbana. Las

condiciones en el área rural son preocupantes, en cuatro de cada diez viviendas, la población se abastece de agua procedente de pozo.

La provincia de Ica registra un déficit de abastecimiento de agua por red pública dentro de la vivienda, en el orden del 37.5% del total de sus viviendas.

CUADRO N° 2.7 TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

PROV. DE ICA: VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES (1993)

(Porcentaje)

PROV	TOTAL	RED PUB. EN VIV.	R.P. FUERA VIV. Y DENTR O EDIF.	PILON USO PUB.	POZO	CAMION CISTER NA	RIO ACEQUIA	OTRO
ICA	48,254	62.5	1.7	18.4	7.2	3.3	2.8	4.1

FUENTE: INEI – CENSOS NACIONALES DE 1993

2.3.1.2 ALCANTARILLADO

Asociado a los aspectos de salubridad e higiene de las personas, está también la disponibilidad de servicio higiénico.

La adecuada disposición y eliminación de excretas va íntimamente ligada con la salud de la población, siendo las razones principales de Salud Pública, para el control de la disposición de excretas las siguientes:

Evitar el contagio de algunas enfermedades transmisibles.

La excreta puede entrar en contacto con el agua de beber contaminándola.

Favorece la presencia de moscas, cucarachas, ratas, etc. Animales que pueden hacer llegar infecciones al hombre.

En la provincia de Ica, el 45.1% de las viviendas poseen servicio higiénico por red pública, el 27.2% tienen pozo ciego o negro y el 27.7% carecen de este servicio (fuente: INEI-1993).

Las cifras revelan que en 1993, seis de cada diez viviendas carecen de servicios higiénicos en el área rural, esta proporción es menor en el área urbana (2 de cada 10).

La mayoría de los habitantes pobres de ciudad que se encuentran mayormente en los Pueblos Jóvenes, ocupan viviendas de baja calidad construidas por ellos mismos y solo de manera marginal disfrutan de los servicios públicos. Por ejemplo, los pobladores de los AA.HH. y PP. JJ. Señor de Luren, San Martín, La Angostura, etc. Carecen de un sistema adecuado de abastecimiento de agua para beber e higiene personal. No tienen recursos apropiados para la eliminación o evacuación de excretas y otros desechos, por lo que son comunes los montones de basura en putrefacción, las heces humanas y las consiguientes infestaciones con insectos y roedores.

Hay una estrecha relación entre la vivienda y las enfermedades transmisibles y la mayoría de los contactos interhumanos que determinan la incidencia de enfermedades transmisibles, se producen en los hogares. Así, el mejoramiento de la vivienda, con raras excepciones, reduce el riesgo de transmisión de enfermedades. Concretamente, el hacinamiento y el mejoramiento de la higiene del aire en particular contribuyen a reducir las infecciones transmitidas por el aire y el polvo.

El riesgo de morir o enfermar, como resultado de la ocurrencia de un desastre, puede reducirse interviniendo o modificando en algunos casos la amenaza, cuando esto es posible, y/o interviniendo la vulnerabilidad, la cual es modificable en la mayoría de los casos mediante programas específicos definidos para el efecto.

2.3.2 USOS DEL SUELO

Los usos del suelo urbano detectado en la ciudad son:

- a) Residenciales.
- b) Comercial.
- c) Servicios Financieros y Técnicos.
- d) Servicios Comunales.
- e) Industrial.
- f) Recreacional.
- g) Vías.

USO RESIDENCIAL

Si es que la diferenciación entre las modalidades residenciales se hace a través de las unidades habitacionales por lote, es decir, distinguiendo los tipos unifamiliares de los multifamiliares, un análisis normal, en base a los reglamentos vigentes es insuficiente; puesto que las formas de vivienda son más el resultado de procesos socio – económicos, principalmente en el casco antiguo y en los pueblos jóvenes, que de un fenómeno urbanizador racional. Por otro lado, las características económicas de la población han provocado la coexistencia de usos disímiles dentro del mismo lote, de manera que en algunos casos es imposible hablar de tipos puros, que excepcionalmente se dan en barrios de estratos altos y medios. El tipo Multifamiliar se da en Ica, casi exclusivamente en forma horizontal, siguiendo la densificación en base al uso intensivo del terreno mismo, con la aparición de tugurios, más que de edificios de viviendas que son contados.

En el casco antiguo, a través de una división sucesiva de los lotes, a partir del solar colonial, se ha llegado a parcelas de muy variado tamaño. La densidad media resultante, que no es muy alta, proviene de una abundancia de usos no residenciales y del promedio de lotes normales con minilotes. La tendencia aquí es el multifamiliar.

Tipos de vivienda unifamiliar equivalente a densidad baja se dan por el tamaño del lote, en las urbanizaciones Luren, San José, La Angostura, San Francisco y similares. Tipo equivalente al R-3 aparecen en San Joaquín, Santo Domingo, San Isidro, Santa María, La Moderna, La Morales, San Miguel, Santa Elena, Santa Anita, Sol de Oro, Divino Maestro, La Palma, La Arboleada, y otras de características similares a estas.

De características similares son los pueblos jóvenes, con tendencia a la tugurización: Acomayo, Pasaje Valle, Pasaje La Tinguña, Pimentel, San Carlos, La Esperanza, Mollendo, Maúrtua, Señor de Luren, etc., que devienen en algunos casos en R-5 y R-6 horizontales.

R-4 unifamiliar, es el tipo que mejor describiría a los agrupamientos hechos por acción estatal, tales como: Pedreros, Unidad Vecinal Víctor M. Maúrtua, Agrupación San Martín, Los Viñedos de Santa María y los diversos conjuntos habitacionales.

Haciendo un resumen, se tendría los siguientes tipos de residencias:

Unifamiliares de baja densidad (equivalentes a R-2), en San José, Luren, residencial La Angostura, San Francisco, productos de un proceso urbanizador convencional.

Unifamiliares de densidad mediana (equivalentes a R-3), en San Joaquín, Santo Domingo, San Isidro, Santa María, La Moderna, La Morales, San Miguel, Santa Elena, Santa Anita, Sol de Oro, Divino Maestro, Los Viñedos de Santa María, El Carmen, La Arboleada, y otras similares, productos también de procesos urbanizatorios convencionales.

Unifamiliares de densidad media (R-3), del tipo de pueblos jóvenes como: José de la Torre Ugarte, La Palma, Abraham Valdelomar y similares.

Unifamiliares de alta densidad (R-4) en: Agrupaciones San Martín, Unidad Vecinal, Pedreros, Conjuntos Habitacionales productos del resultado de una urbanización simultánea y con pocas áreas libres.

Unifamiliares de densidad media – alta (R-3, R-4), en gran parte de los pueblos jóvenes, como resultado de habitaciones espontáneas.

Unifamiliares de densidad alta (R-5), en el casco antiguo, como resultado de divisiones sucesivas de las viviendas.

COMERCIO

A medida que la ciudad fue llenándose de gente, y su espacio urbano se fue informalizando, otras actividades económicas comenzaron a sufrir una evolución equivalente. Una de ellas fue el comercio, que empezó a ser realizado masivamente al margen y hasta en contra de las normas estatales encargadas de regularlo.

Podemos indicar que las modalidades de uso comercial que se dan en Ica, son básicamente cinco:

locales Comercio como actividad exclusiva.- Que comprende comerciales, hoteles, restaurantes, establecimientos de mediana o gran superficie y de relativamente grandes inversiones. Dichos locales se agrupan alrededor del eje Municipalidad – Grau, Plaza de Armas, Ayacucho, Lima, Amazonas, Tacna, Tumbes, Catrovirreyna y La Mar.

Uso Mixto (Comercial – Residencial). - Que aparece como expresión física de una actividad económica menor. Se da en locales muy pequeños, generalmente en la parte anterior de las viviendas. Este tipo de uso comercial existe en casi todas las zonas de la ciudad.

Comercio Local.- Dispersos en las urbanizaciones (generalmente farmacias y bodegas de tamaño reducido); aparecen en casi todas las urbanizaciones.

Comercio de los Mercados.- Que como comercio intensivo, incluyen dentro de sus confines los locales propios y las tiendas circundantes. Se tienen los siguientes mercados:

El actual Mercado Central (Mercado Modelo), se ubica entre las Calles Puno, Moquegua, Amazonas y Tumbes; tiene aproximadamente 30 años de antigüedad, y ha sido construido en reemplazo del anterior, frente a la Av. Grau.

Mercado del Río (en la Av. Grau) que es mas bien un mercadillo.

Mercado la Palma, ubicado frente a la Agrupación San Martín.

Comercio Ambulatorio.- Cuando el comercio empezó a ser realizado masivamente, y hasta en contra de las normas Municipales y estatales, surge el comercio informal en la ciudad que, en lo esencial se desarrolla en las calles y en los alrededores de los mercados, (bajo la denominación común de comercio ambulatorio). En los últimos años, este, se ha incrementado de manera notable, debido mayormente a los integrantes de los Departamentos de Huancavelica y Ayacucho, quienes al no tener una ocupación que les reporte ingresos, encuentran en el comercio ambulatorio, una ocupación que significa un alivio a sus necesidades prioritarias. Los lugares donde se agrupa el comercio ambulatorio, se encuentran en las calles: Amazonas, Grau, Independencia, Tumbes y toda la zona adyacente al Mercado Modelo, como son las calles Moquegua, Puno, Tumbes, etc.

SERVICIOS TECNICOS FINANCIEROS

Estos constituyen un bajo porcentaje de la superficie de la ciudad, se agrupa dentro de esa denominación a los bancos, compañías de seguros, inmobiliarias, constructoras, etc. La mayor parte de los establecimientos están combinados con los locales comerciales y se ubican preferentemente alrededor de la Plaza de Armas y eje Manzanilla – Municipalidad – Grau.

SERVICIOS COMUNALES

Se ha considerado bajo este rubro, lo que en lenguaje de zonificación se llama otros usos o equipamiento y se refiere a los locales de servicios comunales, sociales y personales, independientemente de sus características económicas o del régimen de propiedad. En esencia, la existencia de los colegios, hospitales, cementerios, asilos, correos y telecomunicaciones, comisaría, bomberos, clínicas y postas médicas, constituyen el área principal del rubro en mención.

Por su tamaño y características económicas se aprecian dos tipos de locales industriales:

Locales Industriales relacionados a las actividades agrícolas, se ubican en la periferia del casco antiguo, y tres fábricas de gaseosas de gran tamaño. En general se trata de desmontadoras, destiladoras y fábricas de vino procesadoras de espárragos, etc.

Locales Artesanales, dispersos en el casco antiguo y en la periferia del mismo.

RECREACIONAL

Existen muchas unidades de recreación al aire libre, entre plazas, parques, plazuelas y losas deportivas, la mayoría de ellas con dimensiones menores de una hectárea. También se cuenta con complejos deportivos, coliseos y estadios.

Con la disminución del nivel del valle de Ica, han terminado por secarse las lagunas de la Victoria, Pozo Hediondo y La Huega, bajando notablemente el nivel de Huacachina. En el valle existe un potencial bastante grande de áreas libres (huertas, cerros, etc.) aún no habilitados como áreas recreacionales. Sin embargo, su cercanía a las áreas urbanas permite su inclusión dentro de este uso.

VIAS

Constituyen en su totalidad aproximadamente el 25% del total de la superficie urbana. En las áreas habilitadas, llegan hasta el 30% debido a la dimensión de las secciones.

2.4. - CONDICIONES FISICAS LOCALES

2.4.1 NATURALEZA REGIONAL

2.4.1.1 GENERALIDADES DE LA CUENCA DEL RIO ICA

DESCRIPCION

La cuenca del río Ica tiene una forma muy particular, el sector comprendido entre su origen y San Juan, describe una gran curva, y a partir de esa localidad hasta Ullujalla, tiene un alineamiento sensiblemente recto con rumbo SSE, aguas abajo describe dos pequeñas curvas de sentido inverso hasta llegar al caserío montenegro, finalmente hasta su desembocadura en el Océano Pacífico se describe con un alineamiento casi recto. Ver lamina N° 7.

La cuenca ocupa una extensión de 7 845 Km², de las cuales 1 843 Km², corresponden a la cuenca húmeda, superficie que comprende, las zonas cuya precipitación media anual está por encima de los 200 mm.

El colector troncal del escurrimiento superficial de la cuenca tiene su origen en la confluencia de los ríos Tambo y Jatunchaca. A lo largo de su recorrido, el río Ica recibe el aporte de varios afluentes. Ver detalle en el cuadro N° 4.1. La longitud del cauce mayor o principal del río Ica es de 220 Km, presentando una pendiente media de aproximadamente 5%, no obstante, presenta sectores de pendiente más pronunciada, especialmente en el sector de las quebradas Capillas y Huacceyoc, de la parte alta, en donde la pendiente llega al 10%.

El río Ica no presenta claramente diferenciados los trayectos o sectores clásicos correspondientes a la vida de un río; que son: la cuenca de recepción, canal de descarga, cono de deyección, debido al tamaño de su cuenca, y a su fuerte pendiente, también por factores estructurales y geomorfológicos que le han dado especiales características.

ASPECTOS HIDROGEOMORFOLOGICOS

Entre los aspectos hidrogeomorfológicos del río Ica se presentan características muy especiales que son:

- Desviación excesiva hacia el Sur del cauce del río Ica, en el tramo de la localidad de Ica.

- Notables alineamientos rectos del cauce de río Ica en determinados sectores.

- Deposición de sedimentos en el curso medio del río, la cual no presenta las características de un típico río, que es un cono de deyección en el tramo final para la deposición de sedimentos.

Las especiales características hidrogeomorfológicas que se mencionan son debido a los siguientes factores:

a) En el sector situado entre Huamaní y la bocatoma de Macacona Quilloay, el río Ica se sitúa en una trinchera profunda y angosta que coincide con una zona tectolineal de importancia que va del NE a SO, reflejando así la ocupación en el pasado de zonas tectónicas débiles, desarrolladas durante el desenvolvimiento geomórfico del flanco andino.

b) En el tramo de la bocatoma macacona y el sector comprendido entre la localidad de San Juan - Ciudad de Ica, existe la hipótesis que continúa la alineación NE - SO, aunque se encuentra enterrada por sedimentos de llano aluvial. Esta hipótesis está sostenida por informes locales de que el canal Quilloay está generalmente alineado a lo largo de un filo enterrado, indicando un posible alineamiento continuo bajo los tablazos de Ica. Este alineamiento hipotético indica también una posible escarpadura EN - SO enterrada, que separa la sección más profunda del llano fluvial del río Ica de las pampas de villacurí.

c) Entre el sector San Juan-- Ciudad de Ica y el extremo sur de la depresión de Ocucaje, el cauce del río Ica presenta un alineamiento de aproximadamente 10° al sudeste. Este cambio abrupto del curso del río, cuya desembocadura se cree se encontraba originalmente en la bahía de pisco, en las cercanías del sector denominado parrilla, fue motivado presumiblemente por el levantamiento de un bloque de fallas del sector conocido como tablazos, lo que produjo la desviación o corrimiento del cauce hacia el sur, a lo largo de la primera hilera de escarpados de falla.

d) Una causa probable de la sorprendente desviación del río, se presume (ONERN en 1971), que es por la existencia de una falla en este sector, que por otro lado debe haber servido de comunicación entre la capa freática de la planicie de Ica y las lagunas salobres vecinas, relación que se pone en evidencia, situación que

persiste, por el apreciable descenso tanto de la capa freática del valle como del nivel de agua de las lagunas.

e) Existe la posibilidad de que el agua freática, siguiendo un antiguo curso del río Ica, esté moviéndose a través del Abra de Guadalupe hacia la cuenca del río Pisco.

f) Se presume que el origen de las depresiones de Santiago y Ocucaje debe estar mas asociada con antiguos lagos formados por inundaciones o por desbordamientos del denominado Río Viejo, que se unía posteriormente con el verdadero río Ica y que en el caso de Ocucaje debe haber formado un evidente represamiento entre los cerros que la circundaban, que con consideraciones de tipo estructural, que por otro lado podrían haber colaborado en su formación.

g) Parece que el río Ica (INGEMMET en 1993), tenía un curso recto hacia la puntilla, en la bahía de Pisco, pues son muy visibles las indicaciones de su paso, un ancho valle hoy seco pero con nivel freático de aguas subterráneas casi superficial y sedimentos muy modernos de carácter fluvial que cubren el plioceno que fue su cauce preactual. Un levantamiento mas reciente aún seguramente holocénico, hizo que al ascender la parte oriental de la cordillera de la costa, se desviase el curso del río hacia el sur para divagar en parte sobre la planicie del antiguo mar terciario y abrirse paso a través de fracturas de esa cordillera hasta su actual desembocadura.

2.4.1.2 GEOMORFOLOGIA

El estudio geomorfológico de la cuenca del río Ica fue efectuado por INGENMET con el objetivo fundamental de reconocer, delimitar y clasificar las principales formas del terreno, así como las características más notables de su relieve y drenaje.

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

De las principales formas del terreno y los procesos geomorfológicos predominantes en la cuenca del río Ica, INGEMMET ha definido cinco unidades geomorfológicas.

- UNIDAD I .- RIBERA LITORAL

En esta unidad, la altitud estimada varía entre 0 a 10 msnm. , presenta una topografía llana de litoral de playa, con pendientes entre 0.5° a 2° con tendencia ascendente hacia el lado este. El alineamiento correspondiente a la línea de costa está orientada en sentido SE-NO, con un ancho de pocos a varios metros.

- UNIDAD II .- LLANO ALUVIAL - PAMPA COSTANERA

La altitud de esta unidad varía entre 10 a 800 msnm. , de pendientes naturales del orden de 1° a 10° con afloramientos locales de colinas y cerros bajos.

La unidad está limitada al oeste por la ribera litoral y al norte, sur y este por una cadena de cerros bajos que corresponden a las estribaciones occidentales de los andes.

En conjunto, son superficiales de relieve plano a moderado, tapizadas por materiales inconsolidados transportados que constituyen el cono de deyección del río Ica, la llanura aluvial y la pampa costanera situada en la parte mas baja del valle, es relativamente amplia donde destacan terrazas de erosión, sedimentación y cauces antiguos. Sobre esta llanura y el cono de deyección el río presenta divagaciones y cambios de cursos periódicos en épocas de avenida, originando a su paso fenómenos de erosión fluvial e inundaciones que afectan viviendas, obras viales y terrenos de cultivo.

La pampa costanera en forma de terraza por encima de la llanura aluvial es de regular extensión y presenta un relieve plano cubierto por un manto de arenas eólicas.

- UNIDAD III .- ESTRIBACIONES DEL FRENTE ANDINO

Unidad comprometida entre los 400 a 800 msnm. , corresponde a una cadena de cerros que se levantan bruscamente sobre las pampas costaneras y el cono de deyección extendiéndose por ambos márgenes del valle, se caracteriza por presentar un relieve suave a moderado con pendientes entre 5° a 25°.

- UNIDAD IV.- VALLE DEL RIO ICA Y QUEBRADAS TRIBUTARIAS

Esta unidad ocupa la mayor parte de la cuenca y está comprendida entre 800 y 4400 msnm.

Se caracteriza por presentar una topografía de llana (ambos márgenes de los ríos) hasta abrupta, (estribaciones del frente andino y la cordillera), con pendientes naturales comprendidas entre 5° a 80° o más.

Los valles en sección transversal presentan un perfil en "V" donde los flancos muestran signos latentes de inestabilidad, que se acentúan en las zonas donde a intervenido el hombre para construir obras viales y de riego.

En esta unidad ocurren con más frecuencia los fenómenos de geodinámica externa.

- UNIDAD V .- ALTIPLANICIES

Se encuentra a una altitud de 4400 a 4600 msnm. Que asciende suavemente hasta la divisoria de aguas. Presenta un relieve moderado, con formas de tipo modelado glacial y fluvioglacial, está constituido mayormente por pampas, colinas y

cadena de cerros bajos, con variaciones locales. Está disectada por ríos y quebradas destacándose valles en secciones típicas en "V" y "U", con acumulaciones de depósitos morrénicos y fluvio-glaciares. Algunas de las antiguas áreas glaciadas forman hoy el vaso de lagunas como las de tablacocho, quinsacha y otras.

2.4.1.3 GEOLOGIA

En la cuenca (refiere INGEMMET) se ha podido identificar la ocurrencia de formaciones geológicas, cuyas edades varían desde el Pre-Cámbrico (complejo basal de la costa) al cuaternario (sedimentos eólicos y aluviales).

a).- DEPOSITOS RECIENTES

- DEPOSITOS FLUVIOGLACIARES

Conformados mayormente por elementos volcánicos, de formas diversas, contenidos en arenas y arcillas, no muestran una estratificación definida.

- DEPOSITOS ALUVIALES

Se constituyen por fragmentos subangulosos a redondeados en matriz arenosa a limosa, se encuentran en el valle del río Ica, a partir de ramadillas forman una amplia llanura aluvial.

- DEPOSITOS EOLICOS

Están ampliamente distribuidos en la zona costera donde los depósitos más antiguos consisten en unos extensos mantos de arena de poca potencia, caracterizados por su grano grueso y su color gris oscuro. Acumulaciones de dunas existen sobre todo en la margen derecha del río Ica de la localidad de Guadalupe hacia el sur.

b).- ROCAS IGNEAS

En la zona costera afloran casi exclusivamente, los intrusivos más antiguos de la cuenca denominados Complejo Granítico-Granodiorítico de la costa, mientras que los más jóvenes, (Cretáceo Superior - Terciario Inferior), que corresponden al Batolito Andino, se observan en las estribaciones andinas con muy pocas excepciones en la llanura costera. Mientras que los primeros son mayormente graníticos y de textura porfirítica y equigranular, los segundos son de naturaleza monzodiorítica-tonalítica de textura equigranular. Una característica que presentan estos dos conjuntos de intrusivos es el marcado alineamiento de algunos de sus contactos, lo que proporciona en determinados casos, una apariencia tubular y aún de cuña, a los cuerpos intrusivos.

c).- RASGOS ESTRUCTURALES

Estructuralmente la cuenca, muestra evidencias de haber soportado movimientos epirogénicos y orogénicos de diferente intensidad. La provincia costanera, no ofrece estructuras geológicas de consideración, observándose solamente cambios de buzamiento y plegamientos de poca significación en los estratos de las Formaciones Pisco y Guaneros, las cuales se presentan intruidas por el Batolito de la costa.

Las rocas del Batolito Andino, están muy diaclasadas y/o falladas debido a esfuerzos de tensión generados durante la consolidación del magma, ha tenido participación activa en la tectónica y estratigrafía de la cuenca.

Las formaciones del cuaternario exceptuando la serie volcánica superior no presentan evidencias de estructuras geológicas.

2.4.1.4 HIDROGEOLOGIA

El valle de Ica cuenta con un recurso muy importante para su desarrollo agrícola que es el agua subterránea, que ha sufrido la sobreexplotación en los

últimos años, por la cual muchos pozos tubulares han sido abandonados y otros se han secado y destruido.

Según el perfil litológico de estos pozos, se puede advertir que los acuíferos, son poco potentes y están formados por cascajo, arena gruesa o fina e intercalaciones de lentes de arcillas amarillas y limos, que controlan la distribución horizontal de las corrientes acuíferas.

El área del acuífero en el valle de Ica es de aproximadamente 335 km². En adición, existen \pm 115 Km² de áreas menos favorables, pero también con presencia de aguas subterráneas, en la quebrada de cansas y en la pampa de los castillos.

Una garganta de 6 Km de longitud y 200 a 250 m. de profundidad existente en la estructura ígnea, entre cerro prieto y cerro la cruz, prevé una conexión entre el aluvial del valle de Ica y el de las pampas de villacurí. La garganta muy angosta existente entre los cerros Paraya y Ocucaje, los limitados y esporádicos ensanchamientos (Callangos, Ullujalla, Monte Grande) están totalmente aislados de los reservorios de aguas subterráneas de aguas arriba y sus pequeños acuíferos son alimentados por el escaso e intermitente flujo del río Ica.

El flujo del agua subterránea sigue la dirección del valle, Este-Noreste en la parte alta a Sur-Suroeste aguas abajo cerca de Guadalupe, con cierta tendencia a dirigirse hacia el Noroeste. Notándose un flujo del valle de Ica a las pampas de villacurí y una concentración de bombeo muy densa (al Sur de los Piscontes), hecho que merece destacarse, ya que este centro de bombeo no está lejos de las pampas de los castillos, donde muchos pozos se secaron durante los últimos tiempos.

Las gradientes del agua subterránea son de; 1.2% cerca de los Molinos, 0.8% por Olivo, 0.3 a 0.5 % cerca de Guadalupe, 0.3 a 0.4 % por la ciudad de Ica y 0.5% en Pueblo Nuevo.

2.4.1.5 METEOROLOGIA

a).- CLIMA, VEGETACION Y CARACTERISTICAS MEDIOAMBIENTALES

La variación climática de la cuenca del río Ica es de per-árido y semicálido en la costa a muy húmeda y frígida en la sierra, con una precipitación pluvial entre escasos milímetros, en la costa árida y desértica, hasta un promedio estimado de 1 030 mm en el sector cordillerano (4 400 msnm).

Una temperatura, con promedios que varían desde 21 ° C, en la costa hasta 0 ° C en las altas cumbres; y una humedad relativa de 70% en la Costa y 65% en la Sierra. Ver relación de estaciones meteorológicas en el cuadro N° 5.2. De acuerdo al factor longitudinal de la cuenca se puede diferenciar cuatro sectores climáticos que son las siguientes.

- CLIMA PER-ARIDO Y SEMI-CALIDO

Es el sector menos lluvioso (sector seco) comprendido entre el litoral y el nivel altitudinal de los 1500 a 2000 msnm con un promedio anual de precipitación, que fluctúa alrededor de los 80 mm, notándose que va en claro aumento paralelamente con el alejamiento del litoral.

La temperatura varía entre 17 ° C a 24 ° C, con un promedio anual de 18 ° C, y una humedad relativa de 78%.

Ecológicamente corresponde a las formaciones: Desierto Pre-Montano y Matorral Desértico Pre-Montano, con vegetación natural tipo cactáceo como el jigantón y candelaria; arbustivos y/o arbóreo como el huarango, algarrobo, molle, sauce, carrizales y gramíneas.

- CLIMA SEMI-ARIDO Y TEMPLADO

Corresponde al sector comprendido entre los 2 000 a 3 200 msnm donde las lluvias son más abundantes, con un promedio de precipitación de 380 mm, aumentando a medida que la altitud se acerca a la cota superior. Presenta una humedad relativa de 67%.

Ecológicamente corresponde a las Formación: Estepa-Espinosa Montano Bajo, con vegetación natural como jigantones, candelabros, tunas, molle, sauce, carrizo, retamas, alisos, nogales, capulí y gramíneas.

-CLIMA SUB-HUMEDO Y FRIO

Corresponde al sector altitudinal comprendido entre las cotas de 3 200 a 3 800 msnm, con una precipitación promedio de 645 mm anuales, y una temperatura promedio anual de 11 ° C, variando sus valores mínimos entre 1.9 ° C a 2.6 ° C.

En los niveles medio y superior la ocurrencia de heladas es intensa, este sector tiene una humedad relativa de 65 a 67%.

Ecológicamente corresponde a las Formaciones: Estepa Montano y Bosque Húmedo Montano, con vegetación natural conformada por agave, molle, retama y gramíneas, mas las especies de la formación anterior. De regular actividad forestal con eucaliptos y vegetación de especies herbáceas arbustivas y arbóreas.

- CLIMA MUY HUMEDO Y FRIGIDO

Corresponde al sector altitudinal entre los 3 800 y 4 600 msnm. La lluvia se hace más intensa particularmente sobre la cordillera, donde se estima un promedio de 800 a 900 mm de precipitación al año.

Las temperaturas son bajas y su promedio anual está al rededor de 6.6 ° C llegando en las noches a temperaturas de congelación. La humedad promedio anual es de 68%.

Ecológicamente se puede considerar como la Formación Páramo muy húmedo Sub-Alpino, con una vegetación constituida casi exclusivamente por gramíneas de tipo forrajero.

b).- EVAPORACION*

La intensidad de la evaporación en el sector de la costa varía estrechamente con el régimen de las temperaturas. A mayores temperaturas e insolación en los meses de verano y primavera, mayores también son los valores de evaporación mensual.

De las tres estaciones de la costa, la estación de huamaní es la que ofrece los valores mas altos de evaporación, que por su altura y distancia del litoral, existen mayores posibilidades de insolación.

En el sector andino, los valores de evaporación son mayores durante el invierno y menores durante el verano.

b).- INSOLACION*

De los registros meteorológicos hasta el año 1 971, existían datos de este elemento, solo en las dos estaciones ubicadas en las cercanías de la ciudad de Ica. De acuerdo a los estudios hechos por ONERN. La insolación es un fenómeno muy variable en dicha área de la costa. En ambas estaciones, el total anual promedio oscila alrededor de 2 600 horas de sol, un promedio mensual de 217 horas, y un promedio diario de 7 horas, la cual se puede considerar como medianamente alto.

c).- NUBOSIDAD*

El promedio mensual de nubosidad en la costa es de 4/8 de cielo cubierto, el techo nuboso solo llega a cubrir parcialmente el cielo. Existe una clara tendencia al incremento de la intensidad de nubosidad durante los meses correspondientes a las estaciones de verano y primavera, lo cual marcha de acuerdo con el régimen de las precipitaciones pluviales, que son de régimen veraniego en el área de la costa.

d).- PRESION ATMOSFERICA*

La presión atmosférica en el área de Ica, presenta un valor promedio mensual de 965.9 milibares, el cual oscila entre 967.4 milibares en el mes mas frío (junio) y 964.5 milibares en el mes más cálido (enero). Este rango de oscilación, de 2.9 Mb, es realmente alto pero se halla muy bien distribuido dentro de los valores promedio mensuales.

La presión atmosférica incrementa su valor durante la estación de invierno y desciende en las de verano y primavera.

e).- VIENTOS*

Los vientos en el sector de Ica y Ocucaje procedían de NW y SE. Los primeros tendrían su origen en el mar y son más frecuentes durante la mañana y al atardecer, mientras que al mediodía, el rumbo de procedencia es SE, del valle hacia el mar. Se trata en realidad de brisas marinas motivadas principalmente por las depresiones térmicas en el mar y en el continente durante el transcurso del día.

En Huamaní, la dirección más ordinaria de los vientos es la SW, es decir que, en general, proceden también del océano.

En el sector andino (Acora), la dirección más común es W, siendo su origen probablemente las cumbres más elevadas que circundan a esta localidad y que se ubican en la referida dirección.

La estación de Ica presentaba un promedio estimado de velocidad media de 7 Km./h, que en la escala de Beaufort se puede clasificar como viento suave.

* Reporte a 1 971 efectuado por ONERN

2.4.1.6 HIDROLOGIA

a).- GENERALIDADES

La Cuenca del Río Ica se ubica en la parte Sur de la Vertiente del Pacífico Occidental, limita por el Norte con las cuencas de los ríos Pisco y por el Oeste con el Océano Pacífico.

Está formada por tres subcuencas; La del Río San José, la Qda. Portachuelo y el propio Río Ica, siendo sus cursos de agua alimentados por las precipitaciones que caen en las alturas de la Cordillera Occidental.

El relieve general de la cuenca es el que caracteriza a todos los ríos del Sistema Hidrográfico del Pacífico, es decir, una hoya Hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado, con un relieve escarpado y en parte abrupto, cortado por quebradas profundas y estrechas gargantas.

b).- PRECIPITACIONES

Las precipitaciones pluviales en la cuenca alta y media son las que contribuyen en mayor o menor proporción a la escorrentía superficial y al caudal de los ríos de régimen estacional.

Varía desde 0 mm. en la costa árida, hasta más de 400 mm. encima de los 4000 msnm., como se aprecia en el mapa de isoyetas de precipitación total anual.

El sector menos lluvioso, se localiza entre los niveles altitudinales de 0 y 2000 msnm. La precipitación promedio anual controlada en cuatro estaciones varía entre 9.9 mm. en Ica – San Camilo y 105.0 msnm., en Mayuchimpana.

El período lluvioso ocurre entre Enero y Marzo (con valores máximos en Marzo). El promedio para estos tres meses es de 3.0 mm. en San Camilo, 5.7 mm. en Juampaní, 24.9 mm. en Acora y 32.2 mm. en Mayuchimpana.

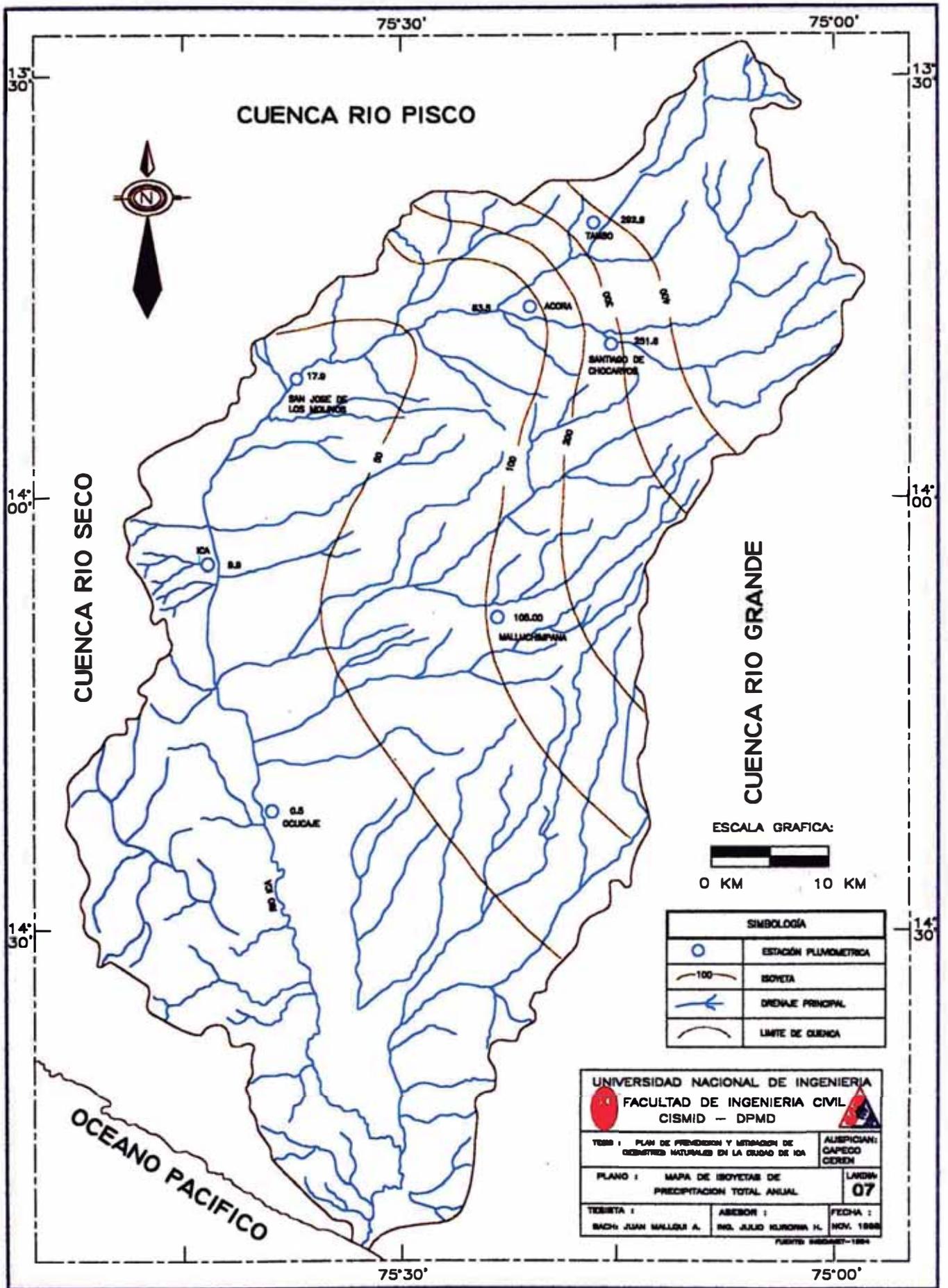
El período seco es largo y ocurre entre Mayo y Noviembre, con promedios mensuales que varían entre 0.0 y 0.9 mm. de precipitación mensual.

Se han registrado como años más húmedos por coincidencia, 1967, 1972, 1976 y 1984, siendo el máximo registro de 364.2 mm. en la estación de Acora en 1967.

Los años más secos ocurrieron en 1964, 1968 y 1978 (Estación Acora y Mayuchimpana).

Sobre los 2000 msnm., la precipitación promedio anual controlada por las estaciones de Santiago de Chocorvos (2500 msnm. Tambo 3250 msnm.), varía entre 251.6 mm. a 392.9 mm. respectivamente.

Los meses lluviosos ocurren entre Enero y Marzo (máximos en Marzo), con promedios entre 68.2 y 108.9 mm., que representan el 81.4% y 83.2% respectivamente de la precipitación anual para estas dos estaciones.



CUENCA RIO PISCO

CUENCA RIO SECO

CUENCA RIO GRANDE

OCEANO PACIFICO



SIMBOLOGIA	
	ESTACION PLUVIOMETRICA
	ISOYETA
	DRENAJE PRINCIPAL
	LMITE DE CUENCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CISMID - DPMD

TRABAJO : PLAN DE PREVISION Y MITIGACION DE DESASTRES NATURALES EN LA CIUDAD DE ICA ALUMBIOS: CAPECO CIEREN

PLANO : MAPA DE ISOYETAS DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL LARGO: **07**

TEMA : ASESOR : FECHA :
 BACH: JUAN MALLQUI A. ING. JULIO KUNOWA H. NOV. 1998

FUENTE: HIGGINS-1984

13°30'
14°00'
14°30'

13°30'
14°00'
14°30'

75°30' 75°00' 75°30' 75°00'

Los meses de sequía suceden entre Junio y Setiembre, con promedios menores a 1.0 mm. mensual (entre 0.2 y 0.7 mm.).

El año más húmedo se registró en 1972 con 861.4 mm. en Santiago de Chocorvos y 1030.1 mm. en la estación Tambo.

El año más seco sucedió en 1964, con 40.2 mm. y 98 mm. anuales, en las estaciones mencionadas.

De acuerdo a la distribución general de las lluvias, en la cuenca puede dividirse, desde el punto de vista hidrológico en dos sectores. Uno de ellos denominado “Cuenca Seca” comprendido desde el nivel del mar y la costa 2000 msnm. Con precipitaciones esporádicas y ausencia de escurrimiento superficial, sin aporte efectivo al caudal de los ríos y otro sector denominado “Cuenca Húmeda” entre los 2000 msnm y la divisoria de aguas, con mayor abundancia de lluvias, que constituye el área de aporte de escorrentia superficial y subterránea.

c).- ESCURRIMIENTO

La estación “La Achirana” controla un área total de 2511 Km². (Cuenca Húmeda de 2080 Km².) que corresponden a la cuenca propia del río Ica, 2119 Km² (Cuenca Húmeda de 1688 Km².) y al Sistema Choclococha 392 Km². (área de escurrimiento directo en el canal de derivación: 105 Km². Y área de regulación en Choclococha, Orcococha y Ccaracocha: 105 Km².).

Para el período 1922 – 1994, los aportes de la cuenca no regulada del río Ica y Sistema Choclococha representan un volumen total anual promedio de 288.17 MMC . registrados en “La Achirana”.

Considerando – en “La Achirana” sólo los aportes de la cuenca no regulada del Río Ica (258.36 MMC.), se obtiene un rendimiento unitario de 153,057 m²/Km². Ó 4.85 l/s/Km².

Los registros del Sistema Choclococha aforados en “La Achirana” de 35 años (1960 – 1994), indican que en promedio éste habría aportado un volumen total anual de 62.16 MMC., este valor sin embargo, no representa el rendimiento real del Sistema, no disponiéndose información en Pariona (paralizada en 1970) para evaluar pérdidas por conducción.

Corresponde para el período de análisis 1922 – 1994, (ver anexo 1) una descarga promedio anual o módulo de 9.15 m³/s., equivalente a un volumen total de 288.17 MMC., Proveniente de la cuenca propia del río Ica y del Sistema Choclococha.

El escurrimiento natural de la cuenca del río Ica (1922 – 1994), ha sido de un volumen total anual promedio de 258.36 MMC. (módulo de 8.27 m³/s.).

El Sistema Choclococha en 36 años de funcionamiento, habría aportado un volumen total anual promedio de 62.16 MMC. (1960 – 1994), no siendo el rendimiento real del Sistema, pues no se consideran pérdidas.

d).- ANALISIS DE EVENTOS EXTREMOS

En el estudio de “Actualización del Análisis de Eventos Extremos Máximos en el río Ica y Quebradas Tortolitas – Trapiche, Los Molinos (El Boquerón) y Cansas/Chanchajalla, 1998”, se formulan las siguientes conclusiones:

Río Ica:

Para cuantificar la máxima avenida ocurrida en el río Ica, el día 29 de enero de 1998, durante el Fenómeno de El Niño 1998, se empleó el método Area – Pendiente; y alternativamente, el método del Hidrograma Unitario Sintético del Soil Conservation Service (SCS) de EE. UU.

Por el método Area – Pendiente, se determinó que el evento máximo extraordinario habría sido del orden de los 980 m³/s (instantánea).

El tramo seleccionado en el río Ica, para la aplicación del referido método (y por donde discurrió la totalidad de la máxima extraordinaria), se localiza en el sector Huamaní – Ranchería (aguas arriba del primer desborde, margen derecha, sector La Patera), a la altura de la bocatoma rústica del canal Pacae (margen derecha) y el cerro Cantería (margen izquierda), tiene como referencia geográfica de ubicación las coordenadas 75° 34' 15" de longitud Oeste y 13° 50' 05" de latitud Sur, con una altitud aproximada de 900 msnm., y un área de cuenca de 1819 Km².

La actualización del análisis de máximas avenidas en el río Ica, La Achirana, para el período 1922 – 1998, reporta las siguientes descargas:

**CUADRO N° 2.8 DESCARGAS MAXIMAS EN EL RIO ICA:
(METODO DE FULLER)**

LA ACHIRANA PERIODO 1922 – 1998		
PERIODO DE RETORNO	DESCARGA MAXIMA	
PR	ANUAL	INSTANTA NEA
(AÑOS)	(M³/s)	
5	212	254
10	262	314
50	372	446
100	419	503
200	466	559
500	527	632
1000	573	688
2000	620	744
10000	727	872

FUENTE: PETACC – INADE 1998

Mediante el método SCS del Hidrograma Unitario Sintético, empleando la información pluviométrica de la estación Tambo, y para diferentes períodos de retorno, se obtuvo las siguientes descargas:

**CUADRO N° 2.9 DESCARGAS MAXIMAS EN EL RIO ICA:
(METODO DEL DIAGRAMA UNITARIO)**

TRAMO HUAMANI – RANCHERIA		
CURVA NUMERO: CN = 85		
PERIODO DE RETORNO	DESCARGA MAXIMA	
PR	ANUAL	INSTANTANE A
(AÑOS)	(m3/s)	
2	113	136
2.33	140	168
5	284	341
10	412	495
50	766	919
100	970	1164
200	1120	1344
500	*1304	*1565
1000	*1453	*1743
*: Estimado		

FUENTE: PETACC – INADE 1998

Quebrada Tortolita – Trapiche

La quebrada Tortolita – Trapiche es tributaria del río Ica por la margen izquierda; el tramo seleccionado para la aplicación del método Area – Pendiente, se localiza inmediatamente aguas arriba del caserío Ranchería (San José de los

Molinos), su ubicación geográfica tiene las siguientes: 75° 38' 42" de longitud Oeste, y 13° 54' 20" de latitud Sur, con un área de Cuenca de = 120 Km².

La avenida máxima extraordinaria instantánea, determinada y ajustada, del 29 de enero de 1998, habría sido de = 439 m³/s.

Q_{máx Probable} = 274 m³/s;

Q_{máx Instantánea} = 439 m³/s

Quebrada Los Molinos (El Boquerón)

La quebrada Los Molinos (El Boquerón), es tributaria del río Ica, por la margen izquierda. El tramo en estudio se ubica en las inmediaciones del cerro La Yesera (Coordenadas geográficas 75° 37' de longitud Oeste y 13° 56' de latitud Sur), 600 m aguas arriba de la localidad de San José de los Molinos.

Esta quebrada se forma de la unión de dos quebradas (Molinos 1 y 2), totalizando un área de cuenca de = 34 Km². Se aplicó el método Area – Pendiente por separado para ambas, integrando posteriormente los resultados para su confluencia.

Se estima que la avenida máxima extraordinaria instantánea, ocurrida el 29 de enero de 1998, habría alcanzado los = 410 m³/s.

Q_{máx Probable} = 214 m³/s;

Q_{máx Instantánea} = 410 m³/s

Quebrada Cansas/Chanchajalla

La quebrada Cansas/Chanchajalla se ubica en la margen izquierda del río Ica.

El tramo de estudio se localiza a la altura del cruce de la quebrada con el canal El Naranjo (lateral del canal La Tinguña), aguas arriba del cruce con la carretera afirmada Ica – San José de los Molinos. El área de cuenca es de = 176 Km².

La avenida máxima extraordinaria instantánea del 29 de enero de 1998, se determinó en = 532 m³/s.

Q_{máx Probable} = 339 m³/s;

Q_{máx Instantánea} = 532 m³/s

Las avenidas extraordinarias del 29 de enero de 1998, durante el Fenómeno de El Niño 1998, ocurridas en el río Ica y las quebradas tributarias, no ocurrieron en el mismo momento, sino con un desfase estimado de cuatro horas; en el peor caso posible, los daños habrían sido mayores en el caso de una ocurrencia simultánea.

2.4.2 NATURALEZA LOCAL

2.4.2.1 MORFOLOGIA

La ciudad se asienta sobre una superficie plana a ondulada que corresponde al valle del río Ica.

2.4.2.2 TERRENO DE FUNDACION

El suelo sobre el que se asienta la ciudad está conformada por suelo aluvial y fluvial constituidos por gravas en matriz areno limosa, con presencia de lentes limo-arenosos, en ciertos sectores cubierto por arenas eólicas de potencia variada.

2.4.2.3 ROCA BASAMIENTO

Las rocas que constituyen el basamento son ígneas del tipo intrusivas que conforman el batolito de la costa.

2.4.2.4 TOPOGRAFIA

La topografía es una de las características físicas más importantes y determinantes en una ciudad, en función de ella se elaboran diferentes tipos de estudios que confluyen al desarrollo de la comunidad.

La ciudad de Ica presenta una topografía típica de la costa sur, relativamente plana, con algunas protuberancias en forma de dunas de las cuales podemos hacer algunas referencias.

Al noroeste viniendo de Lima por la carretera panamericana, a la margen derecha se pueden apreciar un conjunto de médanos como una franja que abarca hasta la laguna de la Huacachina en el tramo de la ciudad, llegando en algunos casos a una altitud de 454 m.s.n.m; la margen izquierda de la carretera panamericana presenta una altitud promedio de 412 m.s.n.m. de zona plana, con 2 colinas representativas que son el cerro San Juan y el cerro Saraja cuyas altitudes llegan a los 451 y 442 m.s.n.m. respectivamente.

Siguiendo la trayectoria del río Ica que cruza la ciudad a partir de la zona de San Juan, en la margen izquierda se puede apreciar que tiene una pendiente descendente con dirección de sur-este a sur-oeste, no obstante la particularidad de esta zona es que los puntos más bajos no son precisamente los puntos pertenecientes al cauce del río, existen depresiones en ambas márgenes del río, que son peligrosas para los asentamientos humanos en caso de desborde del río Ica.

2.4.2.5 MECANICA DE SUELOS

De los trabajos de exploración de campo y laboratorio, realizados por DG-CISMID-UNI y la UNSLG (1992). CISMID determinó la distribución de suelos, identificando 3 zonas en la ciudad de Ica. De las cuales su capacidad admisible varía de 1 a 2 kg/cm².

ZONA A: Conformada superficialmente por terrenos de cultivo de naturaleza limosa color beige claro, en estado semicompacto y poco húmedo hasta una profundidad promedio de 1 m. En el siguiente estrato presentan también suelos limosos pero con presencia de caliche en mediana a poca proporción de $\frac{1}{2}$ '' de tamaño nominal. Estos suelos tienen baja humedad y plasticidad; el contenido de arena es mediano a alto en el caso de los limos (25 -40 % de arena) y bajo en el caso de las arcillas (menor de 15% de arena). Estos depósitos están intercalados por lentes de arena con mediano contenido de finos plásticos, con abundante presencia de mica, baja humedad y estado poco denso.

Esta zona no presenta una estratigrafía uniforme. No se ha encontrado nivel freático hasta la profundidad explorada (6 m.), comentada en el cap. II.

Los lugares pertenecientes a esta son: Urb. Saraja, Los Juarez, Santa Rosa, Comatrana, Santo Domingo y lugares como la Ciudad Universitaria, Cachiche, Mercado Mayorista, Estadio Picasso y Hospital Regional. Que abarcan el Oeste y Suroeste de la ciudad de Ica.

ZONA B: Está constituida por depósitos cuaternarios aluviales de naturaleza predominantemente granular. Se trata de depósitos de arenas pobremente graduados redondeados de grano fino a medio, con mediano a poco contenido de finos no plásticos, baja humedad e intercalaciones de suelos arcillosos y limosos de poca potencia, a manera de lentes. El estado de estos suelos va de medio a poco denso en superficie (0-3 m.), aumentando su compacidad hasta niveles de alta densidad a partir de los 6 m. El potencial de colapso encontrado en esta zona es de 2 a 6% en promedio, considerándose a estos suelos de naturaleza colapsable de problemático a moderado.

Esta zona está conformada por la parte central de la ciudad (cercado de Ica) y urbanizaciones tales como: Santa María, San Isidro, Santa Anita, Manzanilla, Luren, y lugares como el cementerio viejo, parque ferial y el Instituto Peruano del Deporte.

ZONA C: Esta zona está conformada por arenas pobremente graduadas de color beige amarillento, tamaño fino, ligera humedad, estado poco denso a suelto. Estos suelos son de origen eólicos y cubren grandes extensiones de terrenos. El fenómeno de Licuación ha ocurrido en esta zona, en sismos anteriores (1942), debido al nivel de las aguas subsuperficiales, que en esos años estaban cargadas (menos de 5 m.). En la actualidad el nivel freático esta a mas de 20 m.

Los lugares que pertenecen a esta zona son: conjunto habitacional la Angostura I, II y III etapa, residencial la Angostura, AA.HH. Señor de Luren, San Martín de Porres, urbanización la Rinconada y parte de las urbanizaciones Santa María, San Joaquín, cooperativa de vivienda La Nueva Esperanza y AA.HH. Señor de los Milagros y Santa Rosa de Lima. Refieren a la parte norte y el extremo oeste de la ciudad.

EVALUACION DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO.- Para determinar la capacidad admisible del suelo en los lugares de estudio, CISMID ha considerado una cimentación tipo zapata corrida de 0.60 m. de ancho y 0.80 m. de profundidad de desplante, por ser la más típica del lugar y la más desfavorable en comparación con otros tipos de cimentación superficiales. La capacidad de carga lo ha determinado en base a la formula de Terzaghi y Peck (1,967), utilizando factores de forma de Vesic (1,973). Adoptó el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a los valores concordantes con la distorsión angular asumida en cada caso. Utilizó el método de Terzaghi y Peck (1,967).

En resumen CISMID ha calculado la capacidad admisible del suelo considerando asentamiento, en los lugares donde se disponía de información de subsuelo.

El rango encontrado varia entre 1 a 2 kg/cm² en promedio, pudiéndose alcanzar mejores condiciones de cimentación a mayor profundidad de desplante (> 4 m.).

EVALUACION DE LAS ZONAS CRITICAS.- Las zonas críticas son aquellas que manifiestan un comportamiento particularmente desfavorable y peligroso para las construcciones existentes ó por construir. En la ciudad de Ica se presentan las zonas siguientes:

-DEPOSITOS EOLICOS.- La presencia de arenas eólicas en acumulaciones importantes (refiere CISMID) en formas de dunas ó médanos, constituyen los depósitos de suelos de mayor y especial atención, debido a los problemas geotécnicos que pueden involucrar. Se puede advertir que los suelos provenientes de los depósitos eólicos son arenas pobremente graduadas con bajo contenido de finos, en estado suelto y con ligera humedad. Esto indica que el principal problema asociado a estos depósitos, es su densificación ante la ocurrencia de eventos sísmicos ó filtraciones de agua, baja capacidad admisible y potencial de colapso.

El fenómeno de licuación de suelos es un problema que ocurre cuando el nivel freático está a pocos metros de profundidad. El fenómeno de licuación de suelos ha ocurrido en sismos anteriores (1942), año en que el nivel freático estaba a menos de 5 m. Esta zona corresponde en la distribución de suelos a la zona C.

SUELOS COLAPSABLES.- Los suelos de baja densidad, estado poco húmedo y de naturaleza granular preferentemente, poseen un potencial de colapso que debe siempre evaluarse y considerarse. De los estudios de mecánica de suelos recopilados en la zona B, se obtiene que el potencial de colapso varía de 2 a 6% en promedio, considerándose a estos suelos de naturaleza colapsable, de grado problemático a moderado.

CARACTERISTICAS DINAMICAS.- Para determinar las características dinámicas de los suelos encontrados en la ciudad de Ica, se realizaron 75 ensayos de microtrepidaciones en toda la ciudad. En cada punto se realizaron las mediciones en 3 direcciones: dos horizontales E-O, N-S y una vertical. Dichos registros tuvieron

una duración de 10 minutos, de los cuales se tomó un tramo con un tiempo de grabación útil promedio de 40 segundos y efectuando su procesamiento se obtuvo el espectro de Fourier de frecuencia de desplazamientos. De estos espectros se obtuvieron los periodos predominantes de vibración en las 3 direcciones y solo se usaron las 2 horizontales que promediándolas, se obtuvo el periodo predominante horizontal del suelo en ese punto de medición.

De acuerdo a la distribución del periodo predominante horizontal promedio, se puede identificar 3 zonas con los siguientes rangos de vibración: 0.2-0.3, 0.3-0.4 y 0.4-0.5 seg. (ver lamina N° 8). Los periodos de vibración más bajos (0.2-0.3 seg.) corresponden a las zonas aledañas al río Ica y al cercado de la ciudad, correspondiendo bastante bien con la zona B de la distribución de suelos. Los periodos de vibración más altos (> 0.4 seg.) se ubican en la zona periférica de la ciudad, coincidiendo con la zona de depósitos eólicos (zona C). Los periodos de vibración de 0.3-0.4 segundos corresponden al resto de la ciudad (zona A). Existen algunos puntos con valores que se escapan a los rangos dados para las zonas identificadas, los cuales obedecen a variaciones puntuales como consecuencia de la estratificación errática de los suelos que subyacen a la ciudad de Ica.

CAPITULO 3

ANALISIS DE LOS PELIGROS NATURALES

3.1. - INTRODUCCIÓN

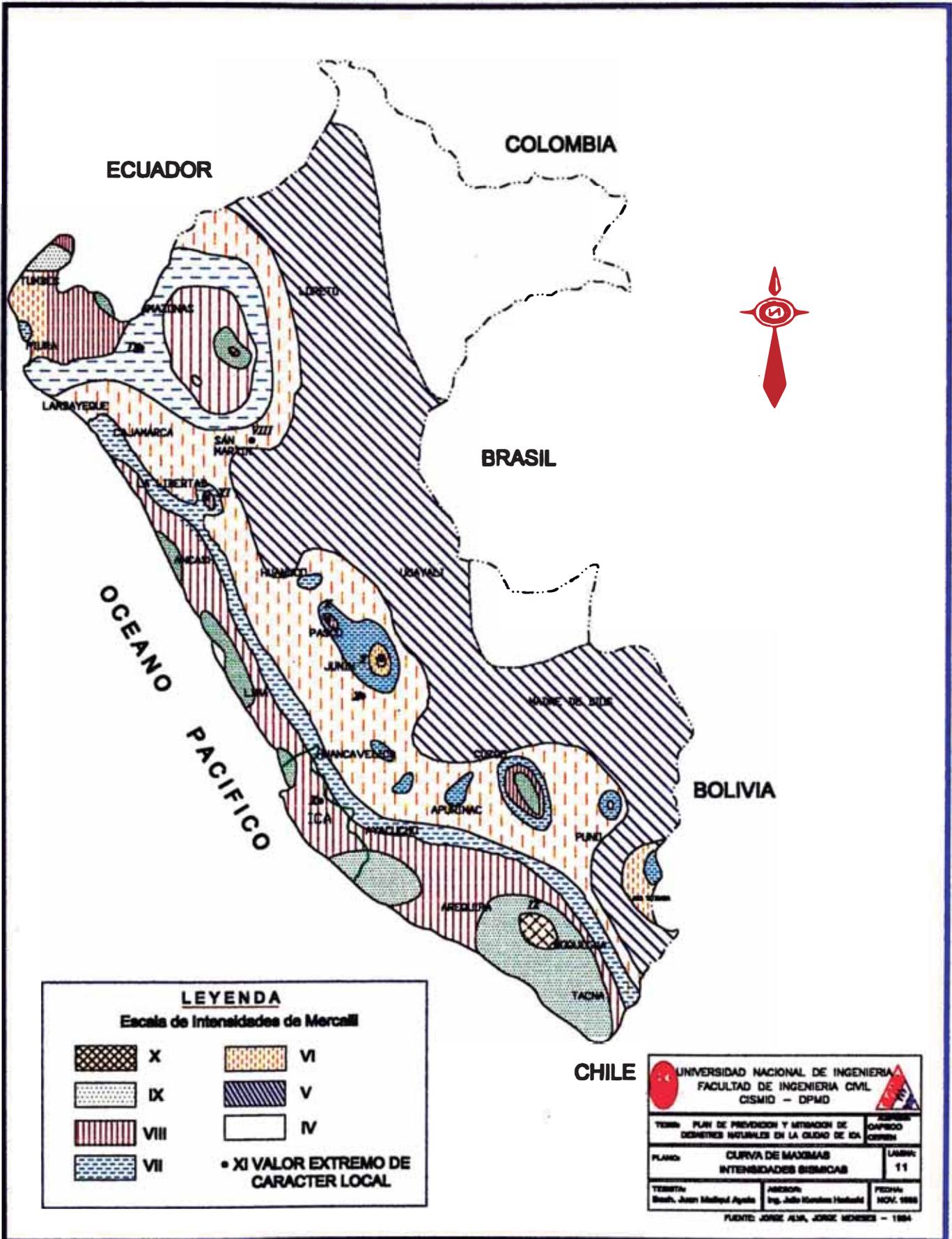
El análisis de los peligros naturales consiste en la ubicación, severidad y probabilidad de ocurrencia en determinado tiempo y área. Bajo esta premisa vamos a clasificar los peligros naturales de acuerdo a su origen y antecedentes históricos, en la cuenca del río Ica. Cabe mencionar que los peligros de origen hidrometeorológicos ocurridos históricamente en el valle de Ica no son necesariamente por efectos del fenómeno de El Niño, pero el análisis en este capítulo también consiste en la relación peligros naturales - fenómeno El Niño, por lo ocurrido en Enero de 1998.

3.2. - CLASIFICACIÓN

3.2.1 FENÓMENOS DE ORIGEN TECTÓNICO

No es propósito de la tesis estudiar a detalle el tema, solamente vamos a mencionar algunos conceptos generales y la forma como afecta a Ica, que es lo que nos interesa, para el cumplimiento de nuestros objetivos.

Como es sabido, los fenómenos de origen tectónico están representadas por la sismicidad y sus secuelas. La ciudad de Ica se encuentra ubicada en zona de alta sismicidad (se indica en el capítulo 2 y se muestra en la lamina N°5). Los eventos sísmicos mas recientes pusieron en evidencia el fenómeno de licuación de suelos y



ECUADOR

COLOMBIA

BRASIL

BOLIVIA

OCEANO
PACIFICO

CHILE



LEYENDA
Escala de Intensidades de Mercalli

	X		VI
	IX		V
	VIII		IV
	VII	* XI VALOR EXTREMO DE CARACTER LOCAL	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL CISMID - DPMO		
TEMA: PLAN DE PREVENCION Y MITIGACION DE DAÑOS NATURALES EN LA CIUDAD DE ICA	AUTOR: INGENIEROS	LAMINA: 11
PLANO: CURVA DE MAXIMAS INTENSIDADES SISMICAS	TERCERA: Beah, Juan Manuel Aguirre	FECHA: NOV. 1984
FUENTE: JORGE ALBA, JORGE MONTESS - 1984		

la densificación de arenas eólicas, por lo que se debe considerar, la relación existente entre la distribución de daños observados en las construcciones durante eventos sísmicos y las condiciones locales de suelo.

SISMOLOGIA GENERAL.- Se puede describir un sismo como, un movimiento súbito y transitorio que se origina en un determinado punto de la tierra, por liberación de energía acumulada en la corteza terrestre, o en la parte superior del manto hasta profundidades de 700 km. El lugar de origen de las ondas sísmicas se llama hipocentro ó foco; el punto donde la onda vertical que sale del origen toca la superficie terrestre se llama epicentro y los puntos donde el sismo es perceptible al ser humano se llama zona macrosísmica, que puede abarcar hasta cientos de miles de km².

MAGNITUD SISMICA.- Es una forma de medir los sismos, de manera aproximada, en función de la cantidad de energía que libera durante la ocurrencia de un fenómeno.

Según Richter, físicamente es, la medida de la magnitud sísmica del terreno en un punto localizado a 100 Km del epicentro.

INTENSIDAD DE UN SISMO.- Es el grado de violencia de las vibraciones causadas por un sismo, se determina por la forma como son percibidas por las personas, por el grado de destrucción que causan sobre las estructuras realizadas por el hombre y por el efecto que tienen sobre la naturaleza.

La intensidad máxima se produce en el epicentro y disminuye con la distancia epicentral, si se unen los puntos de igual intensidad sísmica, se obtienen curvas denominadas Isosistas.

3.2.2 FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICOS

3.2.2.1 DERRUMBES

Tienen amplia distribución a lo largo del valle del río Ica y sus afluentes. Los factores para su ocurrencia son la fuerte pendiente de las laderas, la gravedad, la erosión de la base inferior de los taludes o márgenes de los ríos o quebradas, el grado de alteración y el fracturamiento de las rocas y suelos, el factor sísmico y humano en muchos casos.

En el cerro zapatero en la margen izquierda del valle de Ica y frente a la localidad de Tiracsi, se han producido derrumbes de masas rocosas de grandes volúmenes, debido a un corte efectuado para un canal de riego.

3.2.2.2 EROSION DE LADERAS

La erosión de los suelos en laderas se esta produciendo en el ámbito de cuenca, por la practica agrícola inadecuada y su resultado es la disminución gradual del espesor de su perfil con sus consecuencias desfavorables para el sembrío y vegetación. La erosión es laminar en la primera etapa, luego continua con la erosión formando surcos que se produce en terrenos escarpados, para terminar con la erosión en cárcavas. Esta modalidad se observa en los taludes de los valles y altiplanicies desprovistas de vegetación especialmente en las áreas de los poblados de Santiago de Chocorvos, Tambo y Reyes.

3.2.2.3 EROSION FLUVIAL

Se presenta casi en todo el trayecto del río Ica y sus afluentes, es provocado por la acción del agua de los ríos sobre el material cuaternario reciente que constituye sus márgenes (depósitos aluviales, fluviales y terrazas), sobre todo en épocas de lluvias dando lugar a la destrucción a zonas de cultivo, algunos tramos de carretera y viviendas de sus bordes. La destrucción se produce no solo por efecto de

la acción hidráulica, sino también por el impacto de los sedimentos que arrastran las crecientes en los bordes y el fondo de los cauces.

3.2.2.4 INUNDACIONES

Es uno de los fenómenos característicos del valle de Ica. La cuenca del río Ica es alargada y las crecientes de los principales ríos se limitan a las épocas de avenidas de Enero a Marzo, produciéndose inundaciones especialmente en las partes, donde el valle se ensancha y en el que no siempre se cuenta con terrazas lo suficientemente altas como para proteger los desbordes. En épocas de avenidas el lecho del río es insuficiente para soportar el volumen de agua incrementada con la carga sólida, produciéndose dichos desbordes, como ya hemos tratado en el capítulo 2.

3.2.2.5 HUAICOS

Son fenómenos que se desarrollan en las microcuencas o quebradas afluentes del río Ica, consisten en el transporte de grandes volúmenes de materiales conglomerados, que abarcan varios kilómetros desde sus límites superiores o divisoria de aguas hasta el lecho del cauce de escurrimiento. Las principales quebradas que históricamente han producido huaycos son; La Tortolita, Los molinos, Cansas.

3.3. - FENOMENO DE EL NIÑO

3.3.1 DEFINICION

Es un evento natural de origen Océano Atmosférico, que afecta a casi todo el planeta, se manifiesta con más fuerza en el litoral del pacifico sur, en Australia e Indonesia.

3.3.2 FACTORES QUE ORIGINAN EL FENOMENO

Los siguientes son los factores entre otros que intercalan entre sí y como comportamiento global dan origen al fenómeno de “El Niño”.

- CALENTAMIENTO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL MAR (TSM)

El calentamiento de las aguas superficiales del mar (TSM), está expresado en términos de anomalías, las cuales son las diferencias de la temperatura observada en el día y la temperatura normal media de varios años de observación.

- INDICE DE OSCILACION DEL SUR (ENSO)

Este índice se expresa por la diferencia de la presión barométrica entre Darwin (Australia) y Tahití (Polinesia), que en el caso de cualquier Niño tiene un valor negativo, precisamente como indicador de la alta presión atmosférica en la región occidental y baja presión en la región oriental del pacifico tropical y subtropical. En la fig. 3.1 se aprecia la variación del Índice con el año calendario.

INFLUENCIA DE LA ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL (ZCIT)

La ZCIT, es la banda de perturbación tropical que se forma como resultado de la convergencia de los vientos alisios ecuatoriales de los hemisferios norte y sur, en las cercanías de la línea ecuatorial; alrededor de la cual oscila aproximadamente

INDICE DE OSCILACION SUR

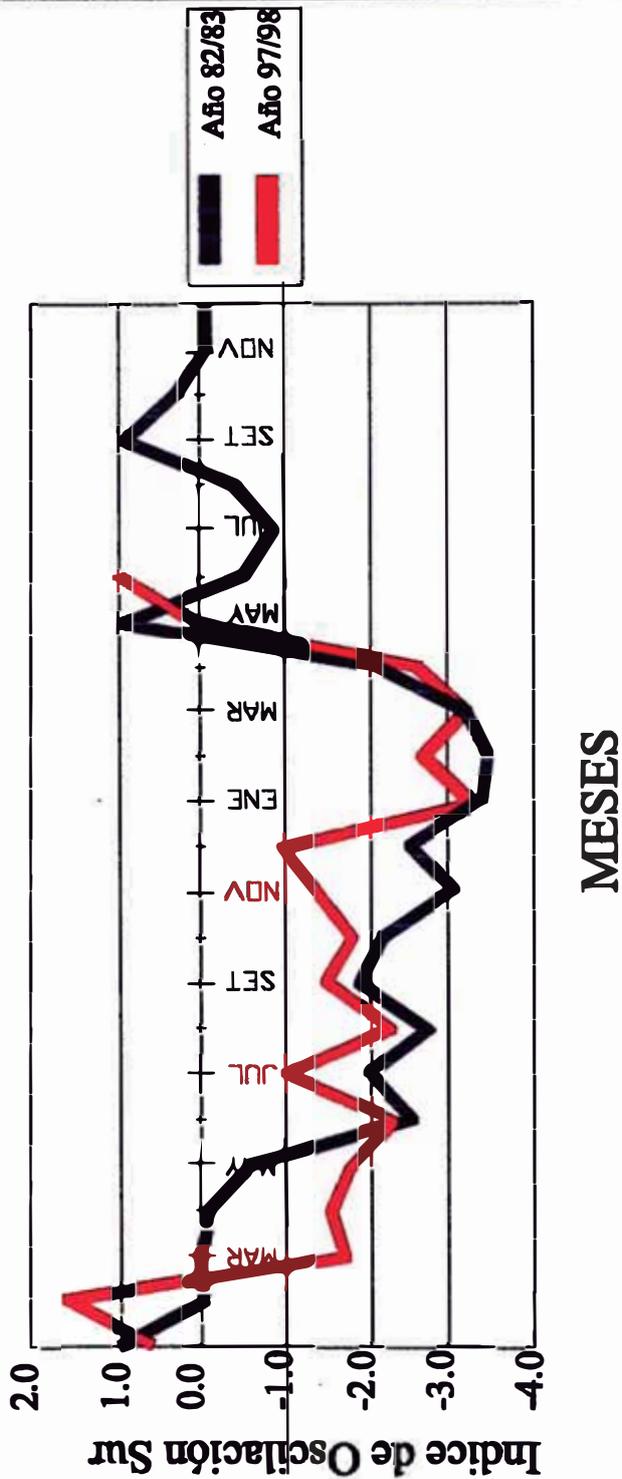


FIG. 3.1: INDICE DE OSCILACION SUR

entre los 10° de latitud norte y los 2° y 3° sur; caracterizándose por la formación de grandes masas de nubes de desarrollo vertical, cúmulos y cúmulos - nimbos, que son fuente generadora de las precipitaciones intensas en el trópico. En la fig. N° 3.2 se puede apreciar la ubicación de la zona, dentro del globo terráqueo.

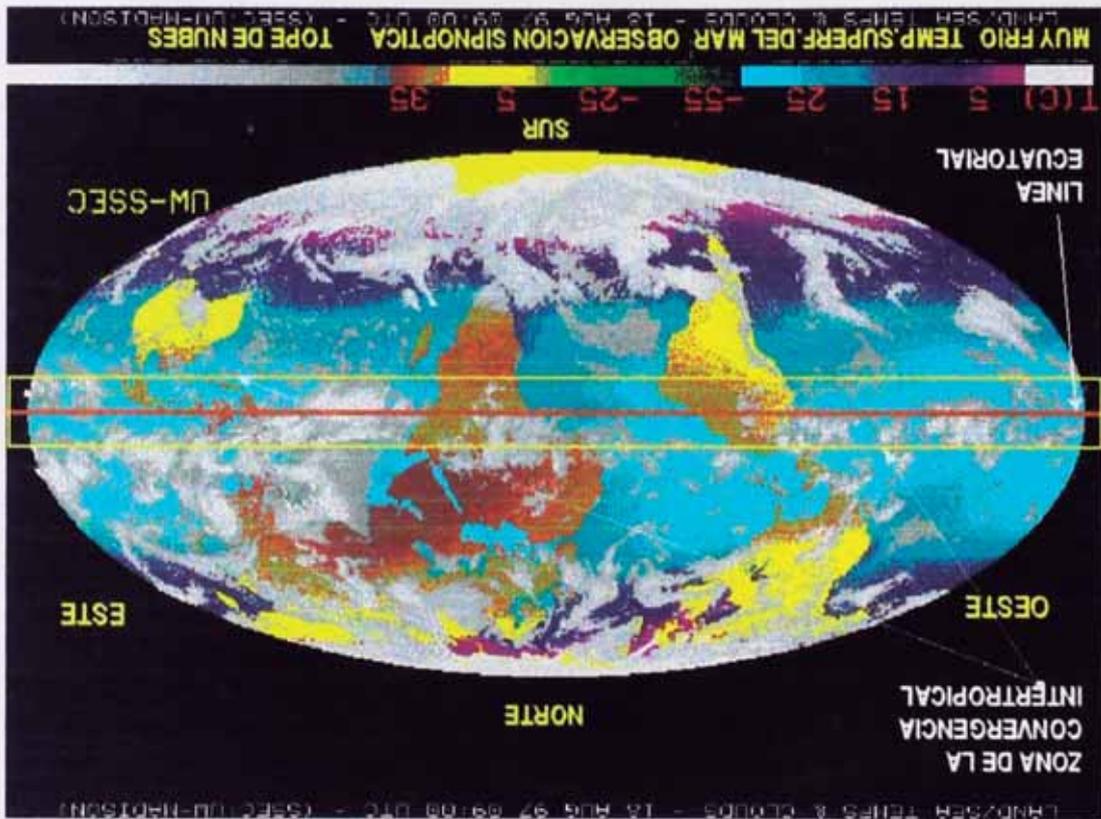
- LA PROFUNDIZACION DE LA TERMOCLINA

Las aguas del mar tienen normalmente tres capas en profundidad: La primera corresponde a la superficie y la caracteriza la TSM; la segunda es una zona de transición, con una disminución drástica de la temperatura del agua y que recibe el nombre de termoclina; la tercera es la zona de aguas profundas, con temperaturas frías. La profundización de la termoclina (zona de transición) está en estrecha relación con las anomalías de la TSM, de tal forma que a mayor anomalía de la TSM tendremos mayor profundización de la termoclina. Esta capa en condiciones normales se encuentra entre los 40 y 50 metros de profundidad. En términos generales la termoclina define el espesor del agua caliente.

5.3.3 HISTORIA DE LOS FENÓMENOS

El fenómeno El Niño es de data milenaria, según los historiadores se presenta hace miles de años en forma recurrente. Se han registrado niños de leves a catastróficos, como El Niño de 1578, que la gran fuerza de las aguas cayo sobre Lambayeque. A continuación se presenta un cuadro de registros de Niños determinados por investigaciones en zonas arqueológicas, recopilados en un artículo para la revista centenario, que PREDES publicó en octubre de 1994.

FIG. 3.2: ZONA DE CONVERGENCIA INTERTROPICAL



CUADRO N° 3.1 RECORD DE ENSOs

1. ENSO del 900 a 700 a.C.	Perfil en cerro Sechín
2. ENSO del 500 a.C.	Perfil en Chavín de Huantar
3. ENSO del 100 a 150 d.C.	Sedimentos y cantos rodados en Pueblo Viejo, Ancash
4. ENSO del 550 d.C.	Perfiles en la Huaca Aramburú del campus de la UNMSM
5. ENSO 900 a 950 d.C.	Perfil en Pachacamac: excav. antes de const. Mamacuna
6. ENSO del 1200 d.C.	Huaycán de Cieneguilla: excav. en conjunto de nichos
7. ENSO del 1525 - 1528	Registro documental
8. Terremoto en Lima 1546	¿hay convergencia entre Paleo ENSO y los sismos?
9. ENSO fuerte 1578	Registro documental. Niño catastrófico
10. ENSO de 1678	
11. ENSO de 1701	
12. ENSO de 1720	
13. ENSO de 1728	Niño muy fuerte
14. ENSO de 1748	
15. ENSO de 1763	
16. ENSO de 1770	
17. ENSO de 1790	Niño catastrófico
18. ENSO de 1804	
19. ENSO de 1814	
20. ENSO de 1817	
21. ENSO de 1819	
22. ENSO de 1821	
23. ENSO de 1828	
24. ENSO de 1832	
25. ENSO de 1837	
26. ENSO de 1845	
27. ENSO de 1864	Ancash – Lima - Ica. Segundo nivel de catástrofe
28. ENSO de 1871	

29. ENSO de 1877 – 1878	
30. ENSO de 1884	
31. ENSO de 1890 – 1891	
32. ENSO de 1906 – 1907	
33. ENSO de 1911	
34. ENSO de 1918	
35. ENSO de 1925	Llegó hasta Arequipa y Tacna. Tercer nivel de catástrofe
36. ENSO de 1940 – 1941	
37. ENSO de 1945 – 1946	
38. ENSO de 1956	
39. ENSO de 1969 – 1970	Niño débil
40. ENSO de 1972 – 1973	Niño fuerte
41. ENSO de 1982 – 1983	Niño hasta Trujillo. Segundo nivel de catástrofe
42. ENSO de 1986 – 1987	Niño Moderado

FUENTE: PREDES (ref. N.º 5)

3.3.4 EL NIÑO 1997 - 1998

El calentamiento del mar peruano fue observado desde mediados de la primavera de 1996, ingresando a las costas peruanas en Enero de 1997, con el desplazamiento de las aguas oceánicas subtropicales, de sur a norte. La presencia de estas aguas incrementaron la temperatura superficial del mar peruano en 2 ° C por encima de lo usual e ingresaron de sur a norte.

El mar peruano de marzo a julio fue afectado además por el avance de aguas ecuatoriales, fortaleciendo las condiciones del ENSO, registrándose anomalías positivas de agua de mar hasta de 6 ° C en el norte, 5 ° C frente a la costa central y de 3 ° a 4 ° en el sur.

Sobre la superficie del mar peruano, de agosto a mediados de setiembre continuó la presencia de aguas cálidas, manteniéndose las anomalías positivas en la parte norte y central, disminuyendo en el sur, debido a un receso temporal de algunos sistemas atmosféricos, como era de esperar por encontrarse en una estación de transición (primavera).

De enero a noviembre se presentaron anomalías de la temperatura del aire en el valle de Ica. La cual se puede apreciar en el cuadro N° 3.2.

Las temperaturas del agua del mar (TSM), sobre el Pacífico Tropical se incrementaron significativamente, de noviembre a enero, frente a la costa norte del Perú, lo que ocasionó que en el litoral peruano se presenten anomalías hasta de 8 ° C en el norte, 6 ° a 7 ° en la costa central y de 3 ° a 4 ° en la costa sur. En febrero las anomalías de la TSM a macroescala se mantuvieron, pero disminuyeron en área, mientras que en el litoral las anomalías inclusive fueron mayores a las observadas en enero alcanzando hasta 9 ° C más en el norte. Manteniéndose en el centro y disminuyendo en el sur.

El desarrollo del fenómeno de El Niño 1997-1998, se ha visto favorecido debido a que el Anticiclón del Pacífico Sur (Centro de Alta Presión, asociada a los vientos Alisios), desde marzo de 1997 presenta una intensidad inferior a lo normal, desplazándose al sur oeste de su posición normal que genera un debilitamiento de los vientos Alisios, entre los 0 ° y 10 ° S, y una situación favorable para el cambio de dirección de los vientos de la atmósfera en los niveles medios.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), en gran parte de 1997 se mantiene intensificada y desplazada 3° a 5° al sur de su posición normal, la misma que se intensificó desde mediados de noviembre, coincidiendo con el inicio de las precipitaciones que se registraron en la costa norte del país. Esporádicamente en

febrero de 1998, la ZCIT se desplazó a los 10 ° S ocasionando lluvias hasta la costa central.

CUADRO N.º 3.2 ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA DEL AIRE EN EL VALLE DE ICA

TEMPERATURA MAXIMA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1997	31	33	33	31,2	29,1	27,2	26,2	26,9	27,8	28,8	30,1	31,5
NORMAL	31,2	32	32,2	31,1	28,4	25,3	24,5	25,4	26,6	28,4	29,2	
ANOMALÍA	-0,2	0,9	0,8	0,1	0,7	1,9	1,7	1,5	1,2	0,4	0,9	
TEMPERATURA MINIMA												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1997	15,6	16	16,4	15,9	14	13,6	14,4	14,6	14,7	14,8	15,7	18,6
NORMAL	17,2	17	17,1	14,8	11,9	10,2	9,7	9,8	10,7	11,8	13,6	
ANOMALÍA	-1,6	-1,1	-0,7	1,1	2,1	3,4	4,7	4,8	4	3	2,1	

FUENTE: SENAMHI

3.3.5 EL NIÑO EN ICA

De acuerdo a las estadísticas en el año 1963 (ver cuadro N. 3.1), no se presentó el fenómeno de El Niño como lo hemos definido en el ítem 3.3.1, sin embargo en el mismo año, la ciudad de Ica y las áreas rurales sufrieron huaicos e inundaciones (revisar cap. 2, ver lamina N° 3). El llamado “ trasvase de nubosidad amazónica “ es un fenómeno que se da todos los años en nuestro territorio (ref. N° 15), al margen de la existencia de El Niño.

Este año la nubosidad amazónica penetró con gran facilidad hasta la misma costa, manifestándose con alta precipitación en la cuenca húmeda del río Ica (2500 msnm), permanente llovizna y elevada humedad en la zona costera. De allí la complejidad del fenómeno de El Niño.

3.3.6 PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

El fenómeno de El Niño es recurrente pero no cíclico, que tiene múltiples manifestaciones; por la cual es difícil predecir con exactitud la ocurrencia del fenómeno con todas sus características.

Los científicos están haciendo denodados esfuerzos (ref. N° 17), para captar e incorporar las descripciones de los eventos en modelos de predicción numérica (programas de computadora diseñados para presentar en términos de ecuaciones procesos que ocurren en la naturaleza), los modelos son capaces de producir niños anteriores.

Si los modelos resultan efectivos, los investigadores podrían entonces emplearlos para hacer predicciones de lo que podría ocurrir en el futuro, reemplazando a los pronósticos.

3.4.- EVALUACION DE DAÑOS PRODUCIDOS POR EL FENOMENO “EL NIÑO” EN ENERO DE 1998

3.4.1 INUNDACION DEL 23 DE ENERO

El periodo de avenidas del río Ica, en el marco de la ocurrencia del fenómeno “El Niño” 1997-1998, se inició el 22 de diciembre de 1997, con un caudal variable entre 20 y 200 m³/s, pero sin causar daños a centros poblados o infraestructura productiva.

El 23 de enero, a las 8.00 p.m., se registró en la Achirana, un caudal aproximado de 500 m/s, magnitud jamás registrada en 75 años de registro. Este caudal dio lugar al colapso del terraplén que empalmaba al dique Ecos, ubicado a 2 Km aguas arriba de la bocatoma la Achirana, desviando su curso hacia el denominado “falso río”, a espaldas del terraplén construido por el Ministerio de Agricultura en 1986.

Entre la bocatoma la Achirana y Macacona Quilloay, la avenida sobrepasó la margen izquierda, erosionando un tramo de 100 m. desviándose una parte del caudal (100 m³/s) por el denominado falso río, continuando la diferencia (400 m/s) por el tramo enrocado del cauce principal.

Al final del tramo correspondiente a la ciudad, se ubica la bocatoma La Poruma, la misma que fue reconstruida por la sub-Región en 1997, estando la estructura constituida por un barraje fijo, la bocal de captación y los muros de encauzamiento de concreto simple; este último componente, colapsó al ser rebasado por las aguas, y erosionó la margen derecha del río, abriendo un boquete de aproximadamente 30 m. de ancho, por donde ingresó el agua, inundando las urbanizaciones Manzanilla, Santa Elena, Santo Domingo y parte de Luren; aguas abajo de la ciudad, inundaron terrenos de cultivo, afectando principalmente cultivos

de algodón, espárrago y vid. En la zona de Ocucaje, el antiguo puente que cruzaba el río, fue burlado por ambos estribos, aislando a los poblados que están localizados en la margen derecha.

3.4.2 INUNDACION DE 29 DE ENERO

El caudal registrado en la Achirana fue de 900 m³/s, los que rebosaron el puente vehicular Huamaní, de 84.5 m. de longitud, alcanzando alturas de agua de 5.2 y 4.6 m. en los estribos derecho e izquierdo respectivamente; los arboles arrastrados por la corriente, destruyeron parte de los pilares que sostenían las barandas del puente.

La losa de encauzamiento, aguas arriba de la bocatoma, fue arrasada conjuntamente con parte del terraplén de la margen izquierda que lo sostenía, ingresando entonces por el boquete formado, en dirección al canal la Achirana, un caudal aproximado de 100 m³/s, destruyéndolo en un tramo de 200 m. habiéndola colmado hasta el nivel de las terrazas cultivables de la zona, la taza de decantación también quedó colmada, la caseta de control ha sido destruida en su totalidad, habiéndose perdido el único equipo de comunicación del lugar; el barraje fijo de la bocatoma ha sido destruido aproximadamente 20 m. de longitud, en el sector extremo de la margen derecha, profundizándose allí el cauce, y cargándose a ésta margen el volumen de escurrimiento, alcanzando altas velocidades que orientaron el flujo, hacia la margen izquierda a la altura de la primera curva aguas abajo del río, erosionándola y desbordándose la avenida por el falso río, aproximadamente en un 70%. Aguas abajo de esta quiebra, se inundaron 120 hectáreas de tierras de cultivo, las aguas reingresaron al cauce principal, a la altura de la bocatoma Macacona Quilloay, por el mismo lugar abierto en la avenida anterior, continuando su curso, y desbordando luego por la coronación de los terraplenes con protecciones de colchones de piedra en malla de alambre, construidos por INADE, desde Macacona Quilloay, hasta El Carmen, en un tramo de 3100 m.

En el tramo comprendido entre el Carmen y la ciudad de Ica, el cauce del río, se consideró siempre como estable, por la presencia de defensas vivas conformadas por carrizo, tamariz y espinos; éstas defensas fueron arrasadas al igual que los terraplenes, formándose una gran playa de 500 m. de ancho en promedio, hasta el puente San Juan, en donde nuevamente se encauzaron las aguas al lecho principal.

Se considera que en los tramos anteriores, el caudal pico de 900 m³/s, se laminó y disipó, alcanzando en el San Juan, unos 600 m³/s, que discurrieron inundando la margen derecha, en los sectores San Martín y los Patos, hasta rebasar el canal la Mochica y el dique Socorro, por donde ingresó el agua a la ciudad.

Los puntos de ingreso del agua que inundó la ciudad, fueron los puentes que cruzan el río; asimismo, el encimado construido en el muro de la margen derecha, entre los puentes Socorro y Grau, colapsó, ingresando el agua hacia el mercado Modelo, en el centro de la ciudad.

A 100 m. aguas arriba del puente Socorro, la margen izquierda colapsó en un tramo de 40 m. inundando los asentamientos humanos del valle Tinguña, Acomayo, Abraham Valdelomar y San Martín de Porres.

Horas antes a la inundación, se produjo una precipitación intensa en la ciudad y alrededores, alcanzando 8mm/hr, lo que produjo aniegos en las calles. Al sur de la ciudad, se incrementó el número de hectáreas de terrenos agrícolas inundados con la primera avenida.

A consecuencia de ésta lluvia, se produjeron huaycos en las quebradas tributarias del río Ica, destacándose entre ellas, las quebradas Tortolitas-Trapiche, Molinos, Cansas y tingue. En el Item 3.4.3.4 vamos a considerar, en la evaluación de

forma somera al distrito de San José de los Molinos por ser uno de los distritos mas afectados.

3.4.3 EVALUACION DE DAÑOS

3.4.3.1 AGRICULTURA

El sector agrícola ha sido afectado en las avenidas del 23 de Enero y 29 de enero, causando muchos daños en distintos cultivos, y en diferente magnitud, observándose zonas inundadas, erosionadas y colmadas, se presenta un cuadro preliminar de pérdidas y afectaciones de cultivos, a causa del fenómeno de El Niño. Véase la tabla 3.3.

3.4.3.2 ESTRUCTURA URBANA

Las viviendas de las urbanizaciones han sido afectadas por anegos y las viviendas del casco antiguo y asentamientos humanos de adobe y quincha han sido destruidas.

Las márgenes derecha e izquierda de la ciudad tienen los muros colapsados por grietas y filtraciones, el 50% de las viviendas están destruidas.

Las pistas y veredas están erosionadas en un 40%.

Las áreas urbanas y rurales del distrito de Ica, y distritos aledaños afectados por el desborde del río, el 29 de enero de 1998, son las que se muestran en las tablas N° 3.4 y N° 3.5 respectivamente.

En la tabla N° 3.6 se muestra el total de viviendas damnificadas por el grado de afectación, la cual ha sido elaborada con la base de datos de 20,846 viviendas empadronadas.

TABLA N° 3.3 REPORTE DE PERDIDAS Y/O AFECTACIONES DE CULTIVOS

CULTIVOS	PERDIDAS			AFECTACIONES		
	SUPERF.	PROD.	VALOR	SUPERF.	PROD.	VALOR
	Has.	TM.	Miles S/.	Has.	TM.	Miles S/.
Algodón	795	1 881,5	4 676,9	1 434,8	2 064,5	5 112,6
Maíz Amarillo Duro	138	737	409,9	55,5	130,7	72,5
Alfalfa	15,3	250,7	66,2	2	21	5,3
Espárrago	98	0	1 929,8	303	1 006,2	2 679,9
Yuca	0	0	0	3	12	29,8
Pallar Grano seco	29	54,8	144,2	0	0	0
Frijol Grano seco	7	13,8	34,4	1,5	0,9	2,3
Maíz Morado	1,5	3,8	3,8	0	0	0
Tomate	20,5	1 260	567	0	0	0
Melón – Sandía	10	0	166,8	0	0	0
Vid	16	67,1	133,2	73,2	96,8	150,2
Vid Exportación	67	0	1 628	0	0	0
Tuna Inst.	0,5	0	1,4	0	0	0
Tuna para cochini.	1,5	0,2	4,2	57	1,5	184,7
Palto	2	24	73	31	139,2	278,4
Pecano	12	0	128,3	73,5	67,6	207,6
Lúcuma	0	0	0	10	0	13,4
Vergel Frutícola	1,5	0	6,8	0	0	0
Maíz choclo	8,3	37,4	37,4	0	0	0
Mango	0	0	0	1	0,4	0,4
Terreno en blanco	226,3	0	0	24,4	0	50
SUB TOTAL	1 449,3		10 011,2	2 069,5		8 787,1
PERDIDA TOTAL=S/.18 798 300						

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

TABLA N° 3.4 AREAS URBANAS Y RURALES AFECTADAS EN EL DISTRITO DE ICA

<p>PUEBLOS JOVENES</p>	<p>La esperanza, Los Patos, Pasaje Valle-Tinguiña, San Carlos, Mollendo, Sebastián Barranca, Confraternidad, Micaela Bastidas-Acomayo, Tupac Amaru-Acomayo, León de Vivero-Acomayo, Los Sauces-Acomayo, Sagrado Corazón de Jesus-Acomayo, Miguel Grau-Acomayo, San Martín de porres, María Elena-Acomayo, El Dique-El Socorro, San Idelfonso, La Tinguiña, Vista Alegre- La Tinguiña, Palazuelos, Santa Cañita, Prolongación Castrovirreyna, Botijería Angulo Norte y Sur, Horno Viejo-Acomayo, Prolongación Mollendo</p>
<p>URBANIZACIONES</p>	<p>Santo Domingo de Marcona, Santo Domingo, Los Ficus, Pasaje la tinguiña, Las Mercedes, Santo Domingo de Guzmán, San Jorge-Acomayo, Abraham San Miguel Valdelomar-Acomayo, Santa María, Santa María de Saraja, Los Viñedos, Santa Elena, La Moderna, Luren, Santa Anita, Pedreros, San Isidro, Manzanilla, Los Ficus</p>

FUENTE: INEI

TABLA N° 3.5 AREAS URBANAS Y RURALES AFECTADAS, DE DISTRITOS ALEDAÑOS

DISTRITO	ZONAS AFECTADAS
La tinguña	Tinguña Alta, Buenos Aires, Los Romanes, Benancio, Chalet, Fundición Alta, Fundición Baja, La Jara, Nueva Esperanza, La Máquina, entre otros
Parcona	Parcona, Andrés Avelino Cáceres, Fernando León de Vivero, Acomayo, San Jorge, Túpac Amaru II, entre Otros
Los molinos	Los Molinos, Pampa de la Isla, El Cerillo, Trapiche, Galagarza, Huamaní, Santa Rosa, Santa Rosa Norte, Hacienda Trapiche
Los Aquijes	Garganto, Yaurilla, Villa Valverde
Santiago	Sacta, Santa Lucía, Huanaco, Huarango Mocho, Los Castillos, Santiaguillo, entre otros
Yauca de Rosario	Pampa Huasi, Huarangal, Orongocucho, Tingue, Cocharcas, entre otros

FUENTE: INEI

TABLA N° 3.6 TOTAL DE VIVIENDAS DAMNIFICADAS POR GRADO DE AFECTACION

DISTRITO	VIVIENDAS				
	DESTRUIDAS	AFECT.	SEMIAFECT.	NO AFECT.	TOTAL
Ica	1601	2845	2671	3286	10403
La tinguña	565	1290	1067	678	3600
Parcona	1516	1434	1069	736	4755
Los molinos	438	465	463	23	1389
Los Aquijes	82	40	14	46	166
Santiago	67	70	270	24	430
Yauca de Rosario	71	4	14	17	103
TOTAL	4320	6148	5568	4810	20846

FUENTE: INEI

3.4.3.3 INFRAESTRUCTURA

a).- SISTEMA DE REDES DE AGUA Y ALCANTARILLADO

Las pérdidas económicas fueron alrededor de los \$ 3 000 000 por daños y destrucción de infraestructura en la ciudad de Ica. La red de alcantarillado ha sido colapsada en 60% y la red de agua en un 20%. Los daños causados son las que se muestran en la tabla N° 3.7.

TABLA N° 3.7 DAÑOS CAUSADOS EN REDES DE AGUA Y ALCANTARILLADO

DAÑOS CAUSADOS	
POZOS	OTROS
A-1 Reservoirio Central	80 km. de redes de alcantarilla de 8, 10, 12, 14, 18 y 20 pul. de diámetro.
A-2 Reservoirio Central	
A-3 Reservoirio Central	
Socorro	43 800 mt. Lineales necesitan mantenimiento
Santa María	968 Buzones para limpieza
San Isidro	290 Buzones para reponer tapas
Margen Izquierda	6150 conexiones domiciliarias para su cambio
Torre Ugarte N° 2	6400 conexiones domiciliarias para su mantenimiento
Parque Ferial	
PERDIDA TOTAL= \$ 3 000 000	

FUENTE: EMAPICA

b).- SISTEMA DE REDES DE DISTRIBUCION ELECTRICA

Los daños causados fueron en menor magnitud, los postes de alumbrado público han sido afectados en un 20%. Las estructuras de fierro presentan signos de oxidación, acentuando en los perfiles angulares y cubierta exterior de transformadores. Igualmente resultan dañadas por inundación los equipos de protección, de maniobra y de distribución. A continuación se presenta un reporte de daños. Véase el cuadro N° 3.8.

CUADRO N° 3.8.- DAÑOS EN SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICA

DAÑOS	COSTO DE REPOSICION (\$)
Rehabilitación de Red de Media Tensión Aérea en 10 y 22.9 kv.	3 714,6
Rehabilitación de Red de Distribución Secundaria	127 761,8
Subestación de distribución de Superficie	134 005
Equipos y Accesorios de SSEE de Superficie	163 358,3
TOTAL (\$)	429 037

FUENTE: ELECTROSUR MEDIO

3.4.3.4 SAN JOSE DE LOS MOLINOS

ANTECEDENTES.- La población del distrito de San José de Los Molinos, se encuentra ubicada en forma perpendicular al cono aluvionico, a la que forma parte la quebrada La Yesera que tiene una longitud de 11 Km y en el tramo intermedio se une con la quebrada La Reyna, formando así en el sector de la desembocadura una planicie amplia, con drenajes laminares y una fuerte acumulación de materiales sueltos, sobre un área de 6 Km por 2 Km y un espesor aproximado de 2 a 3 metros. Las características potenciales de inundación del distrito y los poblados contiguos se deben a la accidentada topografía, las fuertes pendientes y el transporte de sedimentos durante las lluvias por las cuales han causado desastres de proporciones en su historia.

CARACTERISTICAS GENERALES.- La ciudad de Los Molinos se ubica al norte de la ciudad de Ica. La zona por pertenecer al valle tiene características climáticas similares a la ciudad de Ica, presentando una temperatura media anual de 22°C teniendo una máxima de 35°C, la que se presenta en el mes de febrero y una mínima de 16°C ocurrente en los meses de julio y agosto. Está conformada aproximadamente por 800 familias, tiene energía eléctrica, el sistema de agua y alcantarillado se encontraba en construcción en momentos del desastre.

EVALUACION DE LOS DESASTRES.- El evento ocurrió el 29 de Enero de 1998 a las 5.00 p.m., el aluvión bajó por la quebrada La Yesera, discurrió por la margen izquierda del cono aluvionico rompiendo el cauce en una curva horizontal, la cual formó nuevos cauces a la margen derecha con dirección aguas abajo hacia la población que ha sido atacada en forma sorpresiva no disponiendo del tiempo necesario para hacer alguna defensa de sus pertenencias y de sus bienes.

Debido a este impacto no se registraron pérdidas de vidas humanas inmediatas, pero sí, como consecuencia de este evento se registró siete muertos.

Se estima que el 80% de las viviendas quedaron completamente inhabitables quedando algunas enterradas y otras destruidas.

Se encontraron rocas de gran magnitud incrustadas en las viviendas destruyéndolas por completo.

Las viviendas en su mayoría son de adobe, las cuales no presentan ningún tipo de resistencia en su diseño.

Los postes de transporte de energía han sido dañados por el flujo de lodos y por el golpe de las rocas transportadas por el aluvión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.- Uno de los factores para el grado de afección del desastre, ha sido la distribución de las viviendas, cuyas calles están ubicadas en forma transversal al flujo del huaico.

Por las características físicas de la quebrada y los vestigios de rocas meteorizadas encontradas en el lugar, se puede mencionar que el flujo es de naturaleza cambiante, es decir, puede abarcar cualquier ruta, por lo que no se puede asegurar un lugar para la reubicación dentro del cono deyectivo y lugares aledaños, por la existencia de otras quebradas, sin un buen análisis para obras de protección.

El problema de los desastres naturales es muy amplio, la cual requiere de un estudio muy detallado, en este caso un estudio integral de manejo de cuencas, para el desarrollo regional.

3.4.3.5 CONCLUSIONES

De acuerdo a las estadísticas y a la evaluación del evento, Ica habría sufrido el mayor desastre del presente siglo, tal es la magnitud de los daños ocasionados, que la información líneas arriba es solo una parte del total, en la que no consideramos algunos aspectos como, las familias afectadas de los asentamientos humanos de ambas márgenes del río, en su mayoría son inmigrantes e incluye familias desplazadas que se dedicaban al pequeño comercio ambulatorio y trabajo eventual en las zonas rural y urbano. El mercado mayorista informal, que representa el 70% del comercio ambulatorio, fuente de empleo de gran parte de la población de la provincia, fue totalmente inundado y enlodado, perdiéndose casi toda la mercadería. Las tiendas del comercio mayorista, que funcionaban en la avenida Grau y calles aledañas, la mercadería de alimentos, aparatos electrodomésticos, ropa y centros hoteleros.

La catástrofe producida tanto en la ciudad como en el valle de Ica, la coloca como una de las provincias más afectadas del Perú en el año 1998.

3.5. - ZONIFICACION DE PELIGRO

3.5.1 PLANICIES DE INUNDACION

3.5.1.1 DEFINICION.- Son las reservas que tienen los ríos para expandirse en caso de avenidas, y son un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de tales actividades excede un nivel aceptable.

3.5.1.2 DESCRIPCION.- Por la definición líneas arriba y como podemos imaginarnos, la planicie de inundación en el tramo de la ciudad de Ica es considerado como una zona de peligro.

Existen muchos métodos para la delimitación de las planicies de inundación.

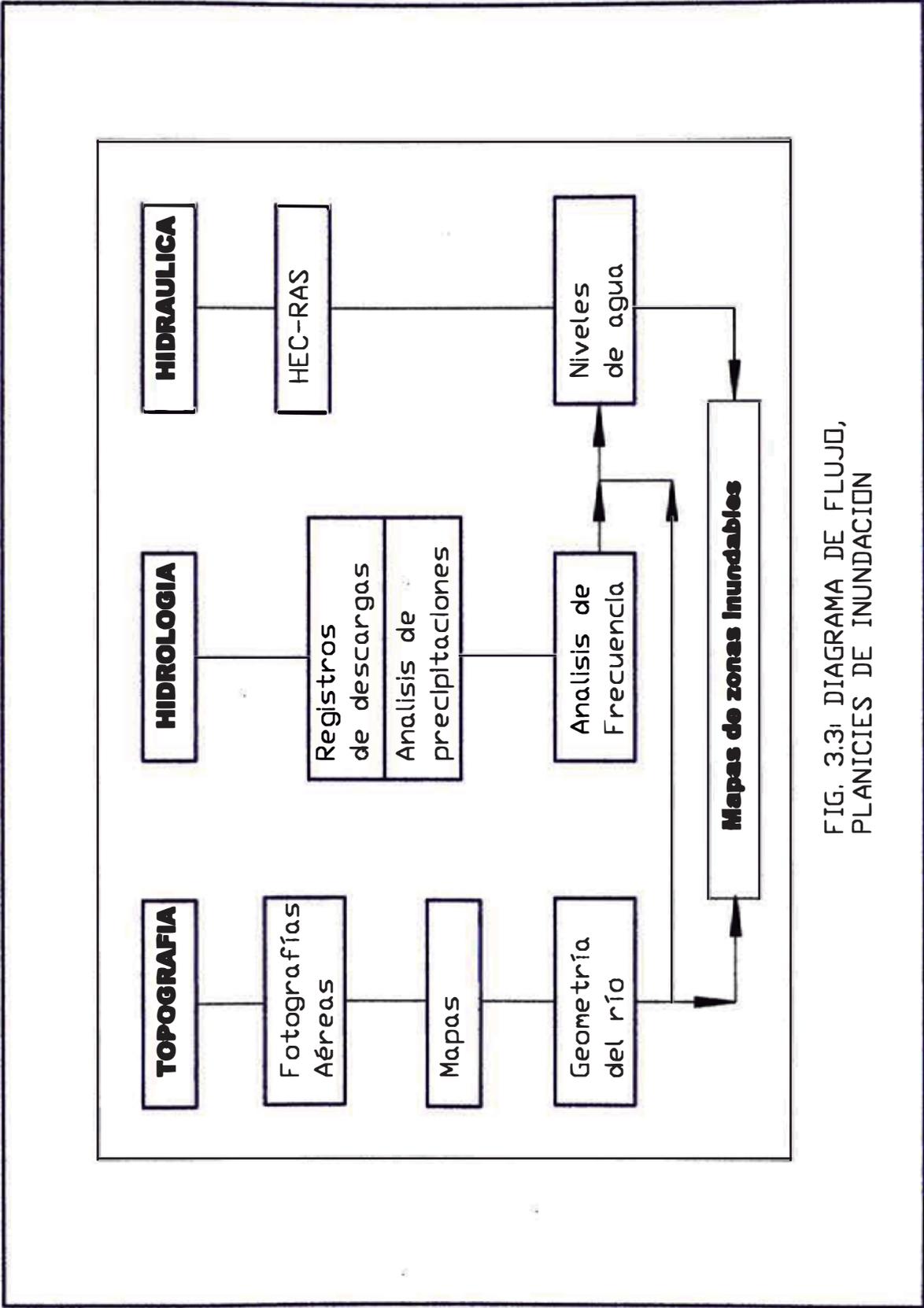


FIG. 3.3: DIAGRAMA DE FLUJO, PLANIFICACION DE INUNDACION

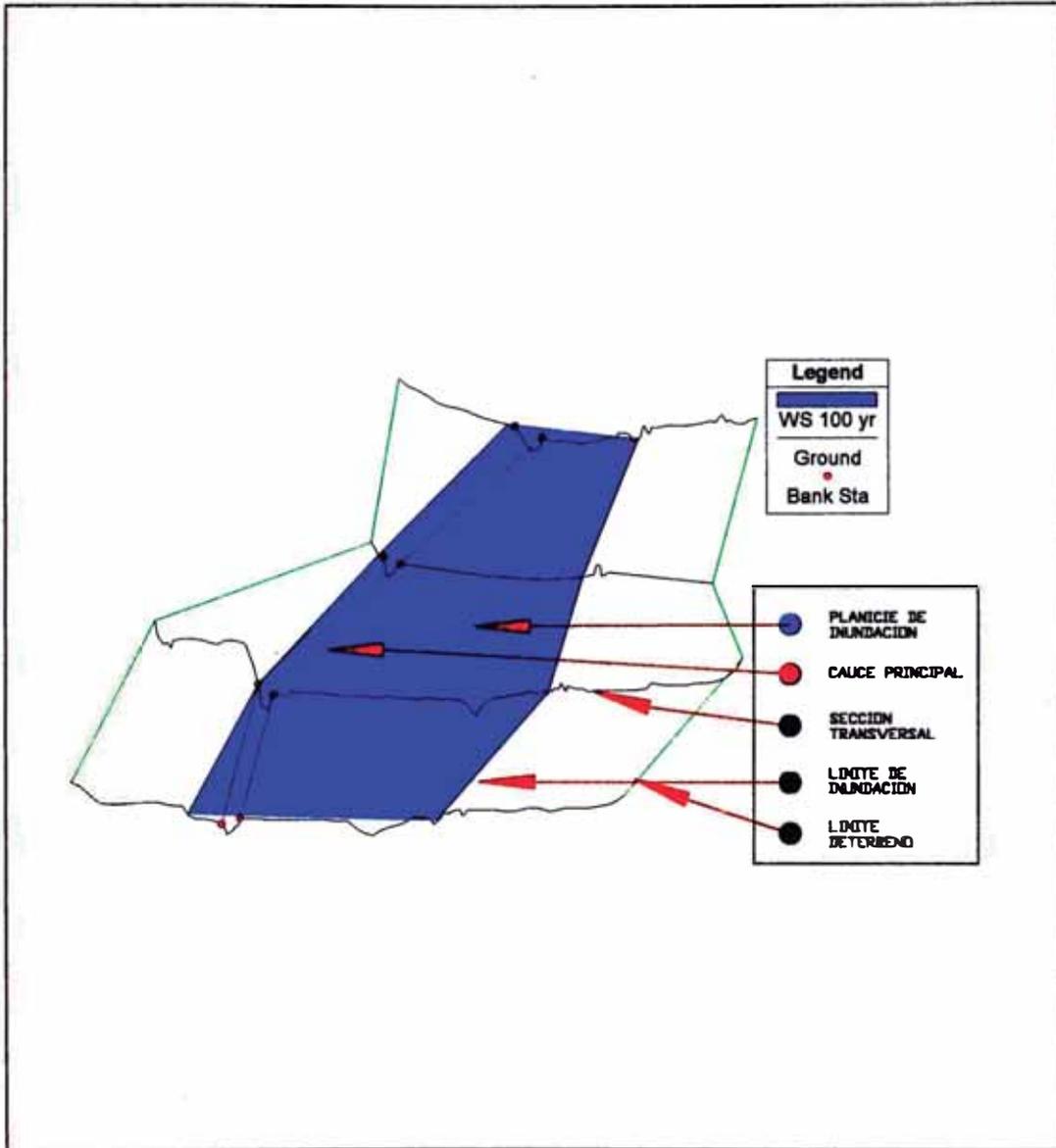


FIG. 3.4: PLANICIES DE INUNDACION

La ciudad de Ica no cuenta con un mapa de peligros por inundación (ver capítulo 2), ¿para qué se delimita la planicie de inundación en ciudades asentadas en las orillas del río? Es una pregunta suelta.

Estos mapas de zonas inundables sirven para planificar el uso de tierra, definir la ubicación de estructuras de protección contra inundaciones, zonificar nuevos desarrollos urbanos y prevenir a los pobladores ubicadas en zonas críticas. Algunos de estos puntos lo vamos a tratar en el siguiente capítulo, pues en este sub-capítulo vamos a limitarnos solamente al trazo de los linderos de inundación en la ciudad, describiendo previamente algunas técnicas.

3.5.1.3 METODO DE SENSORAMIENTO REMOTO.- El método de sensoramiento remoto con satélites es una de las técnicas para la evaluación de peligro por inundaciones. Este método tiene las siguientes características.

Hace uso de datos de sensoramiento remoto correspondientes a determinada fecha o múltiples fechas o eventos.

Permite el análisis digital (con computadora) o foto-óptico (película positiva o negativa).

Es mejor utilizado como complemento de otros datos hidrológicos y climáticos disponibles.

Es útil para evaluaciones preliminares durante las etapas iniciales de un estudio de la planificación para el desarrollo a la pequeña-a-intermedia escala de la información producida y al hecho de que satisface las limitaciones de costos y tiempo.

Puede ser utilizado con el SIG (sistema de información geográfica), que es una tecnología que se ha desarrollado en computadoras, la cual se resume a un panel muy grande con casillas idénticas, abiertas, donde cada casilla representa una determinada área sobre la superficie de la tierra, de tal forma que se pueden

interrelacionar de acuerdo a los datos obtenidos y a lo que se requiere (ver figura N° 3.5).

3.5.1.4 METODO DINAMICO TRADICIONAL.- Son técnicas que evalúan cuantitativamente el peligro de inundaciones, que se han desarrollado en los últimos 50 años en diversos países del mundo.

El ancho de una llanura de inundación está en función del caudal del río, velocidad de la tasa erosionante y la pendiente del canal.

Una de las técnicas consiste en la colección de información topográfica, los estudios hidrológicos, la colección de información hidráulica, el análisis de las curvas de remanso y la delimitación en un mapa de las zonas inundables con diferentes tiempos de retorno. El detalle se muestra en las figuras N° 3.3 y N° 3.4.

3.5.1.5 METODO ESTATICO.- Hace uso de datos correspondientes a determinada fecha, generalmente se usa información físico visual y censal en un tramo requerido.

Para nuestro caso hemos considerado este método; si bien es cierto las llanuras de inundación no son estáticas ni estables, pero para el inicio de una evaluación de peligro creemos será muy útil como medida preventiva.

Hacemos la delimitación con los datos del último evento extraordinario ocurrido en Enero de 1998, por tener parámetros muy altos comparados con los caudales de los años anteriores. Dicha delimitación se puede apreciar en la lamina N° 15.

En la elaboración del mapa de peligros por inundación, hemos considerado la inundación del río Ica y la activación de la quebrada de Cansas, ubicada al Nor-Este de la ciudad de Ica.

3.5.2 MICROZONIFICACION SISMICA

3.5.2.1 DEFINICION.- La microzonificación permite dividir el área de interés en sectores de diferente peligro, en este caso se subdividen las zonas por características de suelo y actividad sísmica.

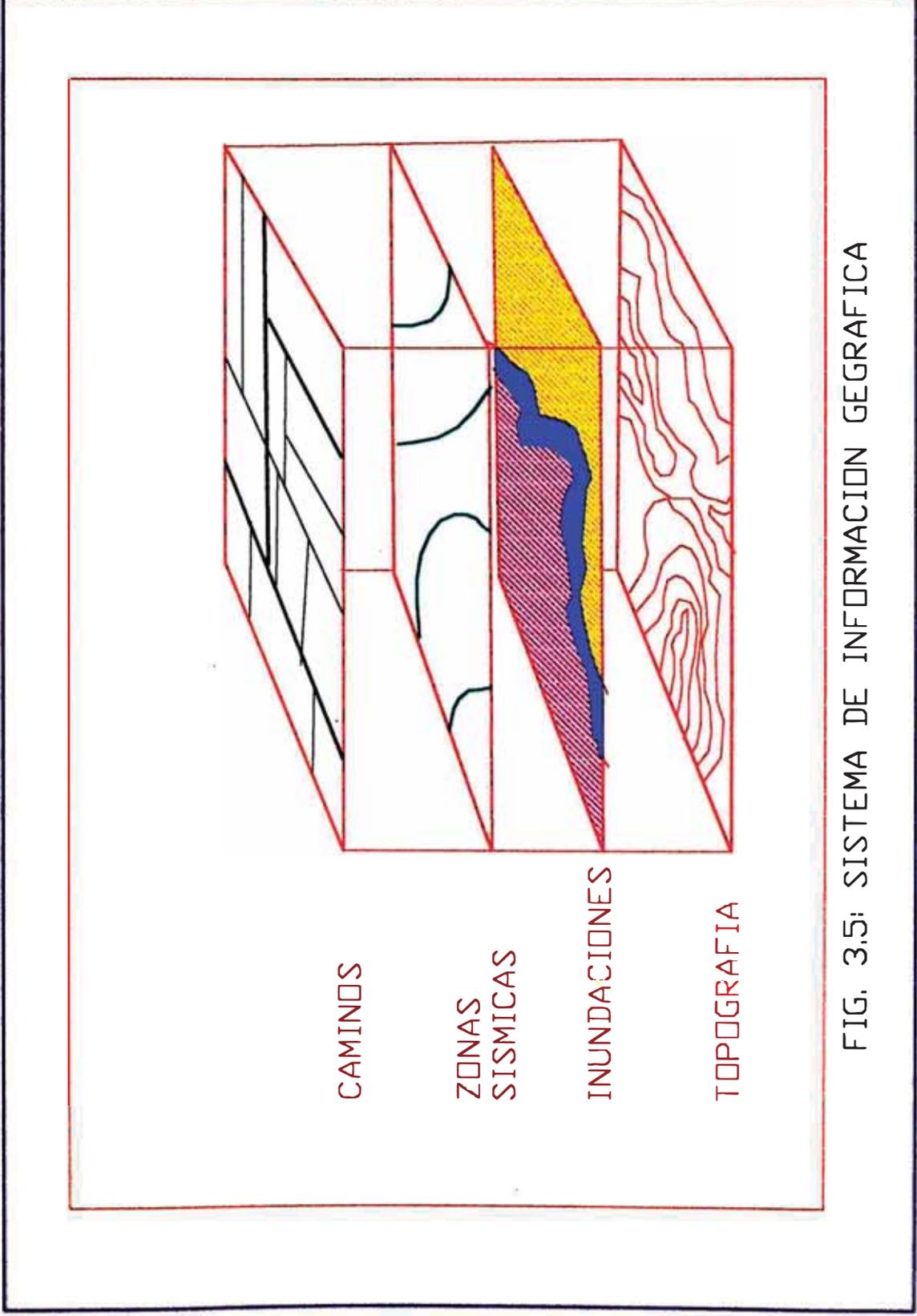


FIG. 3.5: SISTEMA DE INFORMACION GEGRAFICA

3.5.2.2 DESCRIPCION.- Los estudios de microzonificación sísmica han sido realizados por el Ing. José Lara del DG-CISMID-UNI en el año 1992, obteniendo los resultados siguientes: (ver tabla N° 3.9 y lamina N° 16).

ZONA I.- Es considerada (refiere su autor) como la de mejores condiciones de cimentación, en donde no se esperan problemas geotécnicos especiales (colapso y densificación). Sin embargo, resulta importante tener en cuenta que las estructuras allí edificadas, deben de considerar los periodos de vibración del suelo de 0.30 – 0.40 seg., lo cual puede crear problemas de amplificación para edificaciones con ese periodo de vibración. Esta zona está conformada por la zona central de la ciudad (cercado de Ica) y urbanizaciones, tales como: Santa Maria, San Isidro, Santa Anita, Manzanilla, Luren y lugares como el Cementerio Viejo, Parque Ferial y los terrenos del Instituto Nacional del deporte.

ZONA II.- Es considerada habitable, aunque de inferiores condiciones de cimentación que la zona I, debido principalmente a que en esta zona se esperan problemas moderados de colapso de suelos, lo cual es mas critico para cimentaciones superficiales. Sin embargo, las condiciones de cimentación son buenas a mayores profundidades (mayores que 5m en promedio), lo que puede crear problemas de amplificación para edificaciones con ese periodo de vibración. Los lugares que conforman esta zona son: Urbanización San Joaquín, Los Juárez, Santa Rosa, Comatrana, Santo Domingo y lugares como la Ciudad Universitaria, Cachiche, Mercado Mayorista, Estadio Picasso, Hospital Regional y Vista Alegre.

ZONA III.- Es considerada como zona crítica y es donde las edificaciones deben diseñarse considerando sus condiciones geotécnicas. Esta zona está asociada a problemas geotécnicos especiales, tales como el fenómeno de densificación de

suelos y potencial de colapso. Las zonas involucradas son: conjunto habitacional La Angostura I, II y III etapa, residencial la angostura, AA.HH. Señor de Luren, San Martín de Porres, urbanización La Rinconada y Santa María, San Joaquín, cooperativa de vivienda La Nueva Esperanza y AA.HH. Señor de los milagros principalmente y Santa Rosa de Lima.

TABLA N° 3.9 ZONIFICACION DE SUELOS EN LA CIUDAD DE ICA

ZONA	SUELO PREDOMINANTE	CARGA ADMISIBLE (kg /cm ²)	NIVEL FREATICO (m.)	PERIODO DE VIBRACION (Th) (seg)
I	ML	1.5 - 2.0	> 20	0.30 - 0.40
II	SM	1.0 - 1.5	> 18	0.20 - 0.30
III	SP	0.5 - 1.0	> 15	0.40 - 0.50

FUENTE: DG-CISMID 1994

3.5.3. - MICROZONIFICACION FISICA

3.5.3.1 DEFINICION.- La microzonificación física consiste en estudios multidisciplinarios que consideran todos los desastres naturales que afectan una zona, determinan el comportamiento de los fenómenos que los causan, y al superponer los efectos de cada uno de estos, se determinan de manera compuesta los sectores peligrosos y seguros.

3.5.3.2 DESCRIPCION.- Existen muchas técnicas de microzonificación, depende mucho de las necesidades de las zonas de estudio, de las características de la zona y de la realidad socioeconómica del país, para la aplicación de los métodos.

En el Perú se ha desarrollado una técnica denominada “Método Simplificado de Microzonificación” aplicada en diferentes ciudades del País, dirigidas por el Ing. Julio Kuroiwa y sus colaboradores de la Universidad Nacional de Ingeniería, con excelentes resultados.

Los estudios de microzonificación, luego del análisis arrojan un resultado final que es el Mapa de Microzonificación Física ó el Mapa de Peligros, documento simple y práctico para la planificación física de centros urbanos contra desastres naturales.

La metodología de microzonificación simplificada es una alternativa inicial que debe ser complementada y desarrollada de manera sucinta, para el comienzo de proyectos integrales de desarrollo.

3.5.3.3 CRITERIOS PARA LA CLASIFICACION DE PELIGRO.-

Sabemos por datos estadísticos que los sismos son movimientos súbitos, que requieren de un corto tiempo para producir una catástrofe, La ciudad de Ica no está exenta de la misma; Las pérdidas son principalmente de vidas humanas.

La geomorfología y los tipos de suelos entre otros factores, son los que determinan la repercusión del sismo en la ciudad de Ica.

Por las características físicas de la zona del valle de Ica, por datos históricos y por la evaluación de daños causados por el fenómeno de “El Niño” en Enero de 1998, se ha podido determinar que, los desastres por inundación causan pérdidas de: Inversiones de capital, interrupción de operaciones de la infraestructura, de los centros de la producción y de vidas humanas, en ese orden.

Existen grandes incertidumbres en la estimación de la predicción de las características de los movimientos del suelo; en el caso de arenas eólicas sobre roca, investigaciones realizadas sobre sismos afirman que, es muy

probable que en un sismo las ondas se amplifiquen con las condiciones de suelo encontrados.

Se han determinado zonas de depresión en las cuales se depositan las aguas de inundación por periodos largos; si no se prevé un sistema de drenaje ó equipos de bombeo, resultarían muy peligrosas.

3.5.3.4 DESARROLLO.- En el ítem 2.1.4, hemos tratado sobre los desastres más significativos en la historia de la ciudad de Ica, también en el sub-capítulo 3.2 clasificamos a los peligros de acuerdo a datos estadísticos y características de la cuenca, llegando a la conclusión que en la ciudad de Ica, la amenaza la podríamos resumir en sismos, inundación del río Ica y huaicos en la quebrada de Cansas ubicada al Nor-Este de la ciudad de Ica, por ser eventos que mayores daños han causado a través de la historia.

Cabe mencionar que al hacer la zonificación de peligro del valle o la cuenca, se deben considerar todos los peligros que se presentan en la zona.

Al superponer los planos de peligros, considerando los tres tipos de amenazas y los criterios del “Método Simplificado de Microzonificación”, hemos elaborado el Mapa de peligros por sismos e inundaciones (ver lamina N° 17), la cual se ha sectorizado en cuatro zonas principales de peligro, que son:

ZONA DE MUY ALTO PELIGRO.- Zona donde bajan con violencia los huaicos de la quebrada Cansas, la cual es muy peligroso por el caudal ($339 \text{ m}^3/\text{s}$) y transporte de material suelto en épocas de avenida ó eventos extraordinarios; esta zona es prohibida para el uso de vivienda, se recomienda como zona de reserva ecológica.

ZONA DE ALTO PELIGRO.- Perteneciente al sector N° 2, con alta probabilidad de amplificación sísmica, zonas constituidas por arenas eólicas (2c), formando dunas que tienen una altura de 40 metros aproximadamente sobre la altura

promedio de la ciudad. Además representan a las zonas de depresión que provocan enlagnamientos en caso de inundación (2b), también representan a las zonas muy cercanas al río que provoca un peligro de dicha magnitud por el golpe de las aguas en caso de desborde (2a).

Se prohíbe la construcción con adobe en estas zonas, por ser un material pesado y muy vulnerable en lugares con estas características, en su defecto se recomienda el uso de material ligero (2c), material de albañilería resistentes a las inundaciones como el ladrillo cocido hecho en fabrica y el concreto armado, con un sistema de drenaje (2a) y un equipo de bombeo de agua (preventivo) en las zonas de depresión (2b).

ZONA DE PELIGRO MODERADO+.- Perteneciente al sector N° 3, zonas de inundación moderada (3a). Terrenos arenosos, con amenaza por densificación de suelos (3b).

Se sugiere todo tipo de uso con densidad poblacional media. Se prohíbe la construcción con adobe, edificar con material de concreto (3a). La construcción con material ligero es muy favorable (3b).

ZONA DE PELIGRO BAJO+.- Perteneciente al sector N° 4, zonas no inundables (solo en eventos extremos). Zonas de mejores condiciones de suelo que la zona 3. Se sugiere la construcción de edificaciones importantes en esta zona, con cualquier tipo de material bajo condiciones técnicas recomendadas.

3.6. - EVALUACION DE RIESGOS EN LA CIUDAD DE ICA

3.6.1 DESCRPCION

El riesgo es el resultado de la construcción hecha por el hombre, con el grado de vulnerabilidad que tiene frente al peligro a que será sometido.

Para nuestro caso, en el subcapítulo anterior leemos todo sobre los elementos de peligro a los que está sometida la ciudad de Ica.

En la intención de evaluar los riesgos de la ciudad, realizar un estudio completo significaría ver a detalle de los componentes que intervienen en los mismos, el cual no es el objetivo de la tesis; para la elaboración de este subcapítulo que es necesario para el desarrollo de los capítulos posteriores, vamos a utilizar los criterios de observación hechas por el autor durante las constantes visitas al lugar, la evaluación de daños ocasionados por el fenómeno de “El Niño” en enero de 1998, historia de desastres a la ciudad de Ica y el estudio de vulnerabilidad sísmica hecha por el Ing. Angel Borda de la UNSLG.

3.6.2 VULNERABILIDAD

3.6.2.1 DEFINICION

Los estudios de vulnerabilidad estiman el grado de pérdida o daños que podrían resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural de severidad dada.

3.6.2.2 ASPECTOS GENERALES

Elementos Vulnerables que deben ser considerados en el proceso de planificación para el desarrollo:

a).- Asentamientos Humanos:

La población humana, vivienda y servicios asociados.

b).- Instalaciones Críticas:

b1.- Servicios esenciales tales como telecomunicaciones, agua, energía y sanidad

b2.- Servicios médicos de emergencia, estaciones de policía y contra incendio, y organizaciones de desastre.

b3.- Empresas locales, nacionales e internacionales de transporte.

c).- Instalaciones de Producción Económica:

Las principales fuentes de empleo de la población tales como la industria, la banca y empresas comerciales, mercados públicos, plantas de agroprocesamiento, y áreas de producción agrícola, ganadería, forestal, minera y pesquera.

d).- Lugares de Concentración Pública:

Edificios tales como colegios, iglesias, auditorios, teatros, mercados públicos y oficinas.

e).- Patrimonio Cultural:

Edificios de importancia cultural, de uso comunitario y edificios con valor arquitectónico.

La Vulnerabilidad puede ser estimada para áreas con el mayor potencial para su desarrollo o áreas ya desarrolladas en zonas peligrosas.

3.6.2.3 VULNERABILIDAD SISMICA

Resultados Obtenidos:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la ciudad, describiéndose en ella las características de cada tipo de edificación.

Para la realización de la encuesta, se sectorizó la ciudad en nueve zonas, en base a las características de formación, antigüedad, materiales de construcción predominante, etc. Esta sectorización comprende:

SECTOR I: Casco antiguo de la ciudad, urbanizaciones y pueblos jóvenes ubicados en la periferie (Urb. Santa Anita, Urb. Pedreros P.J. La Esperanza, P.J. Sebastián Barranca, P.J. espaldas del Socorro).

SECTOR II: Unidad vecinal Víctor M. Maurtua, Urb. Santa María, Los Viñedos de Santa María.

SECTOR III: Barrio Saraja, AA. HH. Santa Rosa, Señor de los Milagros, Virgen de Chapi, Velasco Alvarado.

SECTOR IV: Urbanizaciones: San Miguel, San José, La Morales, Agrupación Humana San Martín.

SECTOR V: Urb. Matías Manzanilla, Cooperativa de Vivienda Botijería Angulo Sur, PP.JJ. Alfonso Ugarte.

SECTOR VI: Urb. Señor de Luren, Sol de Ica, La Moderna, San Isidro, Santo Domingo, complejo habitacional Santa Rosa de Palmar.

SECTOR VII: Urb. La Palma, Urb. Divino Maestro.

SECTOR VIII: Urb. San Joaquín Viejo, Santa Rosa, Comatrana, Los Juárez, FONAVI.

SECTOR IX: Urb. San Joaquín I, II, III y IV etapa, Cooperativa La Nueva Esperanza.

A continuación se describen los tipos de edificaciones encontrados en la evaluación a la ciudad de Ica:

TIPO 1: SISMICAMENTE MUY DEBILES

Edificaciones con adobe, cuyas dimensiones son de 0.40 x 0.60 x 0.12 m en promedio; con más de 100 años de construido, ubicado en la zona del casco urbano antiguo de la ciudad y alrededores, con techo ligero flexible, con cobertura de madera o caña cubierta con torta de barro, cimentación de piedra con barro, de un piso, mal estado de conservación; sin ningún tipo de refuerzo estructural.

En el cuadro se presenta el rango de porcentaje de viviendas de este tipo, que se encuentran en cada sector, en base a los resultados del cuadro de distribución del tipo de edificación por sector.

TABLA N° 3.10 CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO I

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO 1
I	50 - 60%
II	0 - 5%
III	20 - 30%
IV	5 - 10%
V	30 - 40%
VI	0 - 5%
VII	20 - 25%
VIII	45 - 55%
IX	15 - 25%

- TIPO 2: SISMICAMENTE DEBILES

Edificaciones de albañilería construidas con ladrillo o bloquetas de concreto, unidos con mortero de arena – cemento, con o sin columnas de concreto reforzado, sin viga collar, con techo ligero y flexible con coberturas de planchas onduladas de asbesto – cemento, también cañas cubiertas con torta de barro apoyados sobre vigas de madera o cañas, con cimentación de concreto simple, de regular a buen estado de conservación.

En el siguiente cuadro, se presenta el rango de porcentaje de viviendas de este tipo, que se encuentran en cada sector.

TABLA N° 3.11 CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO II

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO 2
I	15 - 20%
II	5 - 10%
III	25 - 40%
IV	15 - 20%
V	35 - 45%
VI	5 - 10%
VII	30 - 35%
VIII	30 - 40%
IX	25 - 35%

- TIPO 3: SISMICAMENTE SEMI – RESISTENTES

Edificaciones de albañilería con ladrillo (0.14 x 0.24 x 0.10 m) o bloquetas (0.30 x 0.18 x 0.13) de concreto, fabricadas artesanalmente de baja calidad, unidas con mortero arena – cemento, con columnas y vigas de amarre y techo rígido de concreto reforzado, aligerado con bloquetas huecas de concreto fabricados artesanalmente de baja calidad, con densidad de muros mayor en el sentido perpendicular a la fachada y menor en el sentido paralelo, autoconstruido sin haber tenido dirección técnica, de regular a buen estado de conservación.

En el siguiente cuadro se presenta el rango de porcentaje de viviendas de este tipo, que se encuentran en cada sector.

TABLA N° 3.12 CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO III

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO 3
I	20 - 30%
II	35 - 40%
III	40 - 45%
IV	50 - 60%
V	30 - 35%
VI	50 - 60%
VII	40 - 50%
VIII	15 - 20%
IX	30 - 40%

- TIPO 4: SISMICAMENTE RESISTENTES

Construcciones con muros de albañilería de ladrillo o bloquetas de concreto o ladrillo de arcilla hechos en fábrica unidos con mortero de arena – cemento, con columnas, vigas de amarre y techo rígido de concreto reforzado.

Aligerado con bloquetas huecas de concreto o ladrillo hueco de arcilla hecho en fábrica. La densidad de muros adecuada en ambas direcciones, en buen estado de conservación.

En el cuadro se presenta el rango de porcentaje de viviendas de este tipo, que se encuentran en cada sector.

TABLA N° 3.14 CLASIFICACION DE SECTORES EN EDIFICACIONES TIPO IV

SECTOR	EDIFICACIONES TIPO 4
I	0 - 10%
II	55 - 65%
III	0 - 5%
IV	20 - 30%
V	0 - 5%
VI	40 - 50%
VII	0 - 10%
VIII	0 - 2%
IX	15 - 25%

Basándose en los resultados expuestos, se ha determinado el tipo de edificación predominante en cada sector, para ello se ha considerado como predominante aquella cuya presencia es del 30% como mínimo por sector.

La sectorización del tipo de edificación predominante, permite obtener la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la ciudad de Ica, para ello, se han tomado las siguientes consideraciones:

Sectores II y VI, donde predominan las edificaciones de:

TIPO 4: Vulnerabilidad Baja.

Sectores IX, donde predominan las edificaciones de:

TIPO 3: Vulnerabilidad Media.

Sectores III, V, y VII, donde predominan las edificaciones de:

TIPO 2 Y 3: Vulnerabilidad Media y Alta.

Sectores V y VI, donde predominan las edificaciones de:

TIPO 1 Y 2: Vulnerabilidad Alta y Crítica.

Sector I, donde predominan las edificaciones de:

TIPO 1: Vulnerabilidad Crítica.

En la siguiente lámina se presentan los resultados finales de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones para la ciudad de Ica.

TABLA N° 3.14 CALIFICACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA POR SECTORES

SECTOR	VULNERABILIDAD
I	Alta y Crítica Vulnerabilidad.
II	Baja Vulnerabilidad.
III	De Media a Alta Vulnerabilidad.
IV	De Media a Baja Vulnerabilidad.
V	Crítica y Alta Vulnerabilidad.
VI	Baja Vulnerabilidad.
VII	De Mediana a Alta
VIII	Vulnerabilidad.
IX	Crítica y Alta Vulnerabilidad. Vulnerabilidad Media.

3.6.2.4 VULNERABILIDAD FRENTE A LAS INUNDACIONES

Es el grado de daño que puedan sufrir las construcciones que realice el hombre, cuando se encuentran frente a las inundaciones.

Después del evento ocurrido en enero de 1998, los tipos de viviendas han variado notablemente, sobre todo en la margen izquierda y los asentamientos humanos, por lo que no se puede clasificar las zonas vulnerables con la evaluación de daños ocurridos; de tal forma que se requiere de un estudio de vulnerabilidad de viviendas en la ciudad. Dicho estudio debe ser en consideración de todos los peligros naturales de la ciudad.

3.6.3 CALIFICACION DE SECTORES SEGÚN EL POTENCIAL DE RIESGO

3.6.3.1 RIESGO SISMICO

a).- **DETERMINACION DEL RIESGO SISMICO.-** Conociéndose los resultados de las proyecciones de las clases de daños para los diferentes tipos de edificaciones, Angel Borda ha determinado el riesgo sísmico, en cada sector de la ciudad, clasificándolas de la siguiente manera:

RIESGO ALTO.- Sectores donde más del 50% de las edificaciones en conjunto tendrán probablemente las siguientes clases de daños:

Daños graves, Colapso Parcial y Colapso Total.

RIESGO MEDIO.- Sectores en donde más del 50% de las edificaciones en conjunto tendrán probablemente las siguientes clases de daños:

Pequeñas fisuras, Fisuras, Grietas y Daños Leves.

RIESGO BAJO.- Sectores donde más del 50% de las edificaciones en conjunto probablemente no sufrirán daños.

Los daños proyectados de las edificaciones en la ciudad de Ica, nos muestran que en todos los sectores se presentan probablemente diversas clases de daños, por lo que se considera en los sectores II, IV, VII y VIII, un nivel de riesgo sísmico Medio y para los sectores I, III, V y IX, un nivel alto, el sector que representa un bajo riesgo es el VI.

3.6.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las edificaciones que se construyen en Ica (muy vulnerables a los sismos e inundaciones) son similares a las edificaciones más comunes que se construyen en el Perú (lógicamente nos estamos refiriendo a las viviendas pertenecientes a pobladores de bajos recursos económicos), es decir:

Edificaciones con muros de adobe de dimensiones 40x70x12cm en promedio, compuesta de vigas de madera ó caña, sobre los cuales se tiene una cobertura de listones de madera ó caña, con una capa de “torta de barro”.

Edificaciones con muros de ladrillo cocido generalmente fabricado artesanalmente, con y sin columnas, con techo ligero y flexible constituido por esteras, caña o barro; y en menor proporción, planchas onduladas de asbesto-cemento entre otros.

El adobe es uno de los materiales de construcción más comunes que se utiliza en Ica, debido a su costo; el uso de este material debe ser normalizado en dimensiones, construcción y zonificación, para ser correctamente divulgado entre los pobladores de bajos recursos económicos.

El uso de los materiales ligeros como la madera, caña y quincha, son recomendables en la construcción de viviendas de bajo costo, por la disminución de la vulnerabilidad frente a los peligros de sismos, pero la construcción de las mismas debe ser de manera correcta, con paneles prefabricados de resistencia comprobada.

El uso de unidades de albañilería como el ladrillo cocido, bloquetas de concreto; el concreto armado en la estructura, es muy bueno en la disminución de la vulnerabilidad frente a los peligros naturales como los sismos e inundaciones, pero se debe considerar la calidad de material y construcción para el logro de los propósitos.

CAPITULO 4

MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE DESASTRES

4.1. - ESQUEMA METODOLOGICO

El plan de prevención y mitigación de desastres naturales en la ciudad de Ica, se centra principalmente en la proposición de medidas de prevención y/o mitigación de desastres aplicables a la ciudad de Ica.

No toda medida de prevención y mitigación debe ser implantada, solo aquellos cuyos beneficios excedan sus costos. En el desarrollo de este capítulo se hace la salvedad de no considerar costos y beneficios a manera de análisis, simplemente por datos estadísticos referenciales; cabe mencionar que las medidas son elaboradas considerando algunos aspectos importantes para el desarrollo de un plan (lógicamente con las limitaciones de estudio) como son:

- a).- Su relación con los demás.
- b).- Acciones que incluye (proyectos, actividades, practicas, tareas).
- c).- Elementos necesarios para llevarlo a cabo.
- d).- Agentes e instituciones involucradas en su realización.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para la metodología a realizarse:

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE DESASTRES NATURALES

CONSIDERACIONES EN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- 1) Su relación con los demás
- 2) Acciones que incluye (proyectos, actividades, prácticas, tareas)
- 3) Elementos necesarios para llevarlo a cabo
- 4) Agentes e instituciones involucrados en su realización

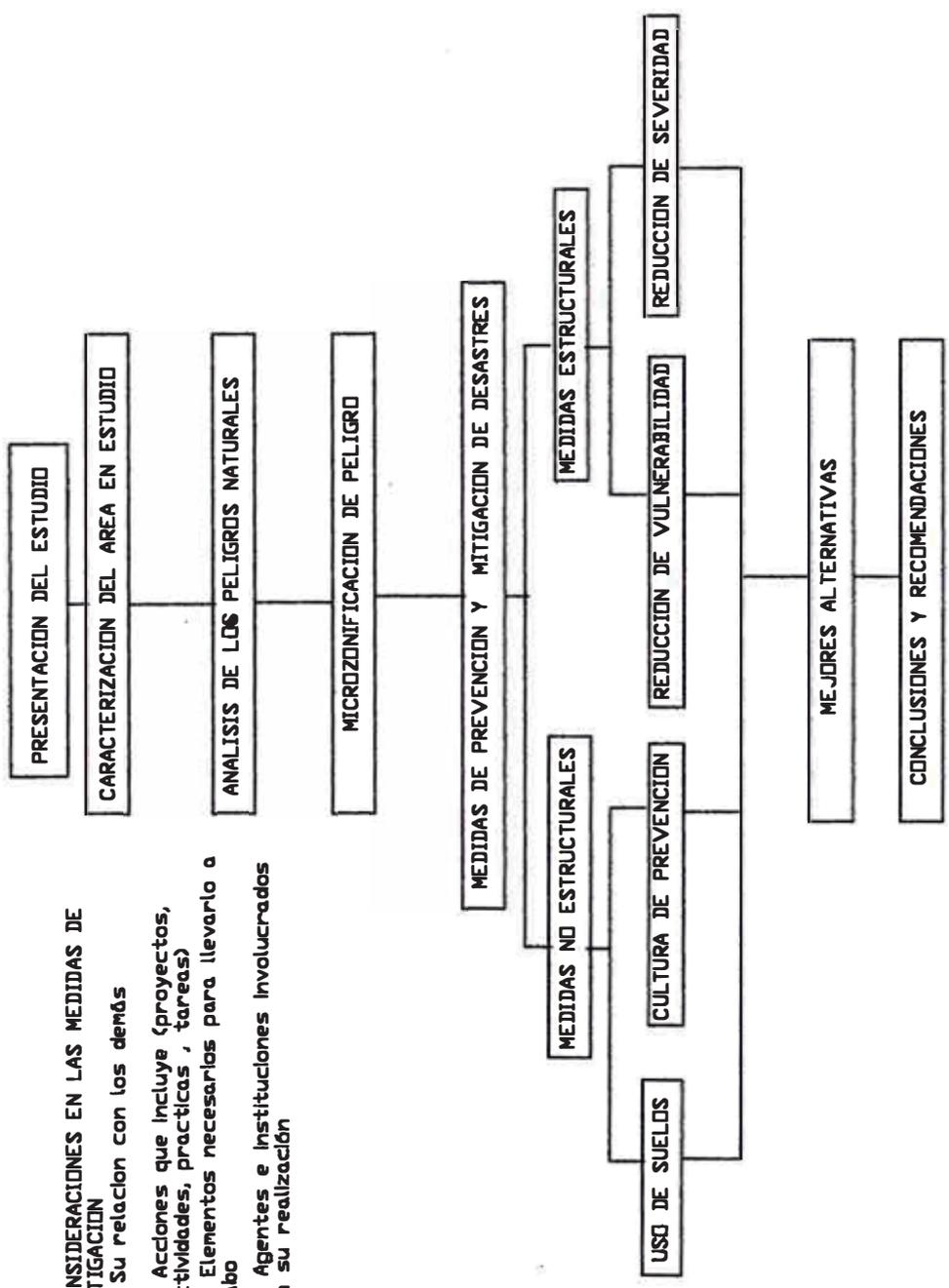


FIG. Nro 4.1

4.2.- DEFINICION

4.2.1 PLAN.- Es el conjunto de medidas coordinadas, cuyo propósito es evitar situaciones negativas ante un evento peligroso, para el desarrollo normal de las actividades humanas.

El organismo HABITAT ha definido “mitigación de desastres” y “prevención de desastres” de la siguiente manera:

4.2.2 MITIGACION DE DESASTRES.- Toda actividad, medidas y organización antes, durante y después de un peligro natural, para asegurar y proteger a los factores socio económicos y físicos que estén expuestos al peligro y son dañados.

4.2.3 PREVENCION DE DESASTRES.- Todas las actividades, medidas y organización antes de que ocurra un peligro natural, para hacer que estos factores no estén expuestos al peligro y. para diseñar y organizar sistemas resistentes y adaptables.

4.3.- MEDIDAS ESTRUCTURALES

4.3.1 REDUCCION DE SEVERIDAD

En el caso de sismos reducir la severidad no es aplicable para la ciencia e ingeniería en esta época, a lo que se puede aspirar es a predecir su ocurrencia, su ubicación y frecuencia, en consecuencia las medidas de prevención y/o mitigación están dirigidas a reducir la vulnerabilidad.

En el caso de reducción de severidad de los fenómenos hidrometeorológicos, específicamente los huaicos e inundaciones, existen muchas medidas para su control que han sido aplicados en otras regiones de acuerdo a sus condiciones naturales.

De acuerdo a las características de la cuenca, el valle y la ciudad de Ica, mencionadas en los capítulos anteriores, se han presentado muchas ideas de posibles soluciones, vamos a indicar lo que a nuestro parecer se pueden aplicar como medida de prevención y/o mitigación ante huacos e inundaciones.

4.3.1.1 OBRAS DE DEFENSA EN LA CIUDAD

Los diques construidos aguas arriba de la ciudad de Ica, han sido las defensas en este siglo para ciertos niveles de severidad (revisar cap. 2); para eventos extremos como el ocurrido en enero de 1998, se requiere un conjunto integrado de obras de control y tratamiento de la problemática y que esté relacionado con el aprovechamiento del recurso agua para el beneficio de la humanidad.

La construcción del dique Saraja aguas arriba del dique “Socorro” como medida de protección de la ciudad en la margen derecha del río Ica, es recomendada como parte de las obras integradas, la cual debe estar diseñada con un aliviadero de entrega al río Ica, que lógicamente se tendrá que aumentar la capacidad del cauce.

Si bien es cierto el ensanchamiento del río Ica en el tramo citadino es muy favorable para el comportamiento hidráulico fluvial, reubicar a los moradores en las márgenes es algo complicado, en todo caso elevar el nivel de superficie de flujo manteniendo el cauce sería la otra alternativa, construyendo diques longitudinales con apariencia paisajista, pero con la consigna de mantenimiento y control permanente, y el criterio de falla deseable con un mapa de zonificación y alerta a los pobladores de los sectores comprometidos. La entidad encargada de estas obras sería el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) a través de su Proyecto Especial Tambo Ccaracocha (PETACC).

4.3.2 REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD

Al revisar los capítulos anteriores nos hemos podido dar cuenta de la alta vulnerabilidad en que se encuentra nuestra sociedad frente a los peligros naturales, principalmente la edificaciones. Reducir la vulnerabilidad en forma sistemática

consiste en conducir con educación a la evolución de la sociedad, contando con los elementos participantes de la misma.

Existen instituciones involucradas en el desarrollo de la ciudad que pueden colaborar para que la reducción de la vulnerabilidad sea real.

En este subcapítulo se dan las recomendaciones técnicas dirigidas a aumentar la seguridad de las edificaciones (reconstrucción, expansión urbana).

Las medidas de reducción de la vulnerabilidad están íntimamente ligadas a la microzonificación de peligro, en consecuencia las sugerencias para el tipo y técnicas de construcción se basarán sobre la obtención del mapa de peligros (lamina N° 17).

La recomendación general para todos los sectores de uso urbano, es que los materiales de construcción sean uniformes, resistentes y de buena calidad, esto se puede lograr de la siguiente manera: La Unidad Operativa Ica del Banco de Materiales es una institución que colabora con el desarrollo de la ciudad, una de sus tareas es el programa de construcción masiva de viviendas, dentro de sus normas de construcción debe tener presente la calidad de sus materiales y sus técnicas de construcción. En zonas donde prevalece la autoconstrucción, sugerimos que la Universidad San Luis Gonzaga con sus profesionales técnicos dentro de la institución, formen un ente orientador (Taller de Asistencia Técnica al poblador de escasos ingresos) para el mejoramiento de la calidad de la vivienda y su ubicación.

4.3.2.1 TIPOS DE CONSTRUCCIONES RECOMENDADAS

El tipo de construcción depende principalmente del costo y en menor grado del tradicionalismo. La diferencia de costos entre una vivienda de madera y material tradicional es pequeña, por la cual se debe considerar este aspecto en la elección de los tipos de construcciones que se requieran para determinados sectores que se recomiendan.

-EDIFICACIONES DE MADERA Y QUINCHA

Estas edificaciones por ser livianas tienen un buen comportamiento sísmico-resistente, se recomienda como primera alternativa de construcción ó reconstrucción en las zonas de alto peligro en las cuales no tengan contacto con el agua, porque si se someten a periodos largos de humedad ésta se debilita.

Para la realización de construcciones masivas, sería recomendable utilizar el sistema modular de Quincha Prefabricada, sistema que facilita la producción en serie de paneles con un apropiado control de calidad (zonas recomendadas 2c,3b,4 del mapa de peligros).

-EDIFICACIONES CON MUROS DE CORTE

Las edificaciones de este tipo, si es que cumplen las especificaciones del Reglamento Nacional de Construcciones serían recomendadas principalmente en las zonas (2a,2b,3a,3b,4), pero para la zona (2c) sugerimos, se solicite investigación a detalle del Factor Suelo para el diseño sísmico-resistente de la misma, dado que por investigaciones sísmicas es un suelo no muy confiable.

-EDIFICACIONES DE LADRILLO Y CONCRETO

Las construcciones de este tipo son las más comunes en el Perú y en la ciudad de Ica, por la acogida de este tipo de construcciones se recomienda para las zonas (2a,2b,3a,4), con las condiciones fundamentales de calidad de material y técnicas constructivas confiables, para la zona (3b) además de la anterior se debe recalcar una adecuada densidad de muros en ambas direcciones y una viga collar de concreto armado como refuerzo para incrementar la resistencia sísmica.

-EDIFICACIONES DE ADOBE

Las edificaciones con adobe son las más vulnerables frente a los sismos e inundaciones, por su costo es uno de los materiales más usados en el Perú, de

acuerdo al mapa de peligros se recomendaría como última opción en la zona (4), pero con las sugerencias para su resistencia y durabilidad.

El dimensionamiento de la unidad debe ser el adecuado, puede ser estabilizado con paja, pelo de animales, cemento cal, etc.

El refuerzo en las juntas de construcción puede ser de caña molida.

Además debe tener una Viga Collar continua que puede ser de suelo estabilizado con cemento y reforzado con madera, dicha viga deberá ser colocada a la altura de los dinteles de puerta y ventana; de esa forma las viviendas incrementan su resistencia frente a los sismos.

4.4.- MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

4.4.1 USOS DEL SUELO

Dentro del marco de prevención y mitigación de desastres, una de las medidas de relevada importancia es la zonificación, la cual presenta 2 mapas principales entre otras, que son la microzonificación de peligro ó mapa de peligros y el mapa de usos del suelo.

Los tipos de medidas de prevención y mitigación de desastres están relacionadas entre sí, lo que equivale a decir, a partir del mapa de peligros se puede tener una visión mas clara para los usos del suelo (planificación física de los usos urbanos) que es una medida muy importante contra los desastres naturales.

En este acápite nos vamos a limitar en indicar las tendencias y sugerencias de crecimiento favorable de la ciudad de acuerdo a la topografía y al mapa de peligros, con las cuales el urbanista tendría una mayor claridad para distribuir en forma lógica los terrenos en función a las necesidades de la población.

4.4.1.1 TIPOS DE USOS RECOMENDADOS

Dentro de los límites de estudio (lamina N° 17) se pueden apreciar 2 patrones principales de asentamiento que son las consolidadas y las de transición (descritos en el acápite 2.3.2), para un posible reordenamiento territorial, se dan las recomendaciones para los tipos de usos y su nivel de densidad poblacional.

-PELIGRO MUY ALTO

Esta zona es recomendada para reserva ecológica, con forestación de tallos como el huarango.

-PELIGRO ALTO

Zona para reserva ecológica si es pequeño ó definido (caso Cerro Saraja, Huacachina). Zona para protección a la ciudad (caso Dique Saraja, márgenes de los ríos). En el caso de áreas urbanas se recomienda, pero con baja densidad poblacional.

-PELIGRO MODERADO+

Se recomienda todo tipo de uso a excepción de edificaciones importantes, se sugiere para esta zona el uso residencial de densidad media.

-PELIGRO BAJO+

Zonas recomendadas para edificaciones importantes con densidades relativamente altas.

4.4.1.2 EXPANSION URBANA

Existen muchos factores que condicionan la expansión y desarrollo urbano de la ciudad. Mencionamos en el acápite anterior, los criterios para las sugerencias de expansión urbana y en el plano N° 20 se muestran las direcciones de expansión cuyas características son:

-TENDENCIAS

En crecimiento en estas zonas es inminente, pero se deben poner márgenes por las características agrícolas y baja topografía. Las direcciones de expansión urbana corresponden al este de la ciudad de Ica, sobre los ejes camino a los distritos de parcona y la tinguña.

-DIRECCIONES RECOMENDADAS

Hay zonas que están en proceso de consolidación, al nor-oeste, al oeste y al sur-oeste, cuyas características de factibilidad de uso urbano no están definidas, pero desde el punto de vista del peligro presentan mejores condiciones que las anteriores.

Cuando se estudian las probables zonas de expansión urbana, se determinan cuales son las mejores y sus limitaciones, considerando la seguridad, accesibilidad, aspectos legales, económicos y sociales entre otros puntos; queda como consigna para el urbanista considerar todos estos aspectos y más, en la elaboración del mapa de usos del suelo, considerando como herramienta principal el mapa de peligros.

4.4.2 CULTURA DE PREVENCION

Es muy importante que todos los Iqueños (y todos los peruanos) sepan que fenómenos naturales los amenazan y que deben hacer para protegerse así mismos y a sus propiedades. El cumplimiento de este propósito se logra con la realización de campañas de información a la comunidad a través de la prensa, colegios, institutos, universidades, grupos organizados de sectores y barrios. Los simulacros de desastres sirven no tanto como para que las personas sepan que hacer en uno real (la desesperación y el pánico es demasiado como para seguir cabalmente algunas reglas o normas), sino para concientizar a las personas que están propensas a sufrir algún daño y deben estar prevenidas.

El poblador Iqueño debe saber también normas sencillas de conducta, que le ayuden a protegerse de los fenómenos naturales que los amenazan, dentro de las principales normas se pueden mencionar:

Romper malos hábitos (negligencia, irresponsabilidad, insensibilidad).

Preocuparse por él y los suyos en la prevención de desastres (sin esperar que las autoridades y entidades responsables les resuelvan todos sus problemas).

No arrojar basura en los cauces del río.

Para que se cumplan estos objetivos, el trabajo debe ser sistemático y paulatino considerando prioridades.

4.4.2.1 MEDIDAS NORMATIVAS E INSTITUCIONALES

Las instituciones como el municipio deben hacer cumplir las normas para la prevención de desastres que en los acápites anteriores se han hecho mención y que en resumen son:

Realizar campañas de información a la comunidad de los conceptos básicos de interpretación del mapa de peligros, en coordinación con instituciones colaboradoras.

Declarar la intangibilidad de las áreas de muy alto peligro que aún no han sido habitadas.

Hacer cumplir los requerimientos de diseño sismo resistente de las edificaciones a construir, de acuerdo al mapa de peligros.

4.4.2.2 PLAN OPERATIVO DE EMERGENCIA

El plan de emergencia lo debe establecer el Sistema Nacional de Defensa Civil, para la prevención y atención de desastres, que a su vez debe ser obtenido por el municipio.

El plan de emergencia debe contar en primer lugar, con la identificación y localización de las amenazas naturales (mapa de peligros), obtener un estudio de vulnerabilidad y consecuentemente el mapa de riesgos, que permitirá elaborar un

mapa de áreas de evacuación y zonas críticas en caso de desastres en la referida zona.

El municipio y las entidades que se responsabilicen, deben explicar con claridad el grado de protección planificado; además preparar comisiones formalizadas con la designación de responsables para los casos de emergencia.

4.4.2.3 PLANES DE EVACUACION

Los planes de evacuación refieren a las actividades de las autoridades que se resumen principalmente en:

Demarcar rutas de evacuación a nivel urbano. Los centros de servicios públicos, colegios, instituciones y demás locales que albergan gran cantidad de personas, deben tener sus planes de evacuación debidamente ordenados.

Asegurar provisiones de emergencia, alimentos, medicina, y lo más importante el agua, entre otros, para el abastecimiento de los damnificados.

Mantener los centros de salud operativos.

Establecer una red de comunicaciones que funcione en tiempo de emergencia.

Establecimiento de lugares apropiados de refugio, como el Estadio.

En consecuencia se debe tener bien definido el proceso de actividades gubernamentales antes, durante y después de un evento catastrófico.

4.5.- MEJORES ALTERNATIVAS

El problema de los desastres es muy complejo y debe tratarse con un enfoque integral, tiene importancia el análisis de las diversas medidas de prevención y/o mitigación posibles y de la forma que cada uno de ellos contribuye a la solución de los problemas de desastres naturales.

En los antecedentes e historia de los desastres en la ciudad de Ica, se pudo comprobar que las medidas de prevención y/o mitigación en forma aislada no cubrían las expectativas, actualmente existe conciencia en que la solución está

conformada por una combinación de diversas medidas entre las cuales se han hecho mención en los acápite anteriores.

Todas las medidas consideradas han sido de acuerdo al resultado del análisis de las características del área de estudio y de las condiciones de su población, de las cuales se sugiere la aplicación de las mismas que sería una pequeña parte del plan integral de prevención y mitigación de desastres naturales en la ciudad de Ica, que refiere muchos temas de interés para la prevención y mitigación de desastres y el desarrollo sostenible de la ciudad.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se inicia este capítulo con la conclusión general del proyecto de investigación luego de su desarrollo. Dentro del nivel de estudio, se han logrado los objetivos trazados, en consigna que dicha investigación sirva de base referencial para posteriores estudios en camino al desarrollo sostenido.

Las conclusiones y recomendaciones son:

1.- A través de la historia, la ciudad de Ica ha estado sometido a los peligros naturales, a tal punto que desde su fundación se han reconstruido varias veces a causa de los desastres naturales. Los sismos, huaicos e inundaciones son los fenómenos naturales que han causado mucho daño a los pobladores.

2.- La ciudad de Ica es un núcleo polarizado, cuenta con atributos que han contribuido a la generación de cierto nivel de importancia y atracción espacial en su entorno.

3.- El departamento de Ica, en cuanto a su volumen poblacional, se ubica en el decimocuarto lugar, albergando al 2.6 % de la población del país. En las últimas tres décadas mantiene su importancia relativa poblacional. Las cifras absolutas de la población del área urbana a nivel provincial y distrital continúa en aumento.

4.- Dentro de las actividades en la ciudad de Ica, el comercio es el que se realiza masivamente, entre las cuales prevalece el comercio ambulatorio, y es uno de los impedimentos para la reubicación de los damnificados a consecuencia de El Fenómeno de El Niño en Enero de 1998.

5.- El nivel de educación de la población, es uno de los factores muy importantes para la tarea de prevención de desastres, pues determina el grado de captación de la cultura preventiva a través de los medios de comunicación. En el distrito de Ica el 5.3% de la población es analfabeta.

6.- La mayoría de los habitantes pobres de ciudad que se encuentran principalmente en los Pueblos Jóvenes, ocupan viviendas de baja calidad en material y procesos constructivos, construidas por ellos mismos y solo en algunos casos disfrutan de los servicios públicos.

7.- La cuenca del río Ica tiene una forma muy particular, el sector comprendido entre su origen y la zona de San Juan, describe una gran curva, y a partir de esa localidad hasta Ullujalla, tiene un alineamiento sensiblemente recto con rumbo SSE, aguas abajo describe dos pequeñas curvas de sentido inverso hasta llegar al caserío Montenegro, finalmente hasta su desembocadura en el Océano Pacífico se describe con un alineamiento casi recto.

8.- El río Ica no presenta claramente diferenciados los trayectos o sectores clásicos correspondientes a la vida de un río; que son: la cuenca de recepción, canal de descarga, cono de deyección, debido al tamaño de su cuenca, y a su fuerte pendiente, también por factores estructurales y geomorfológicos que le han dado especiales características.

9.- Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca puede dividirse en dos sectores. Uno de ellos denominado “Cuenca Seca” comprendido desde el nivel del mar y la cota 2000 msnm. Con precipitaciones esporádicas y ausencia de escurrimiento superficial, sin aporte efectivo al caudal de los ríos y otro sector denominado “Cuenca Húmeda” entre los 2000 msnm y la divisoria de aguas, con mayor abundancia de lluvias, que constituye el área de aporte de escorrentía superficial y subterránea. El valle de Ica cuenta con un recurso muy importante para su desarrollo agrícola que es el agua subterránea, que ha sufrido la sobreexplotación en los últimos años, por la cual muchos pozos tubulares han sido abandonados y otros se han secado y destruido.

10.- La ciudad se asienta sobre una superficie plana a ondulada que corresponde al valle del río Ica, el suelo sobre el que se asienta la ciudad está conformada por suelo aluvial y fluvial constituidos por gravas en matriz areno limosa, con presencia de lentes limo-arenosos, en ciertos sectores cubierto por arenas eólicas de potencia variada.

11.- Las características de suelo que presenta la ciudad de Ica; son en mayor porcentaje arenas eólicas de baja capacidad portante que varía de 0.5 a 2.0 kg/cm^2 , los rangos de vibración son: $0.2 - 0.3$, $0.3 - 0.4$, $0.4 - 0.5$ seg.

12.- La ciudad de Ica se ubica en zona de alta sismicidad. Por las condiciones locales de los suelos, es muy probable la ocurrencia del fenómeno de densificación de suelos y la amplificación de Ondas Sísmicas; por lo que se debe tener presente la relación que existe entre los daños a las edificaciones durante los eventos sísmicos y las características de los suelos.

13.- Dentro del ámbito de la cuenca y el valle ocurren los fenómenos como los derrumbes, erosión de laderas, erosión fluvial, y lo que es típico en el valle y la ciudad: la ocurrencia de huaicos e inundaciones del río Ica; las principales quebradas que históricamente han producido huaicos son: La Tortolita, Los Molinos y Cansas.

14.- El fenómeno de El Niño es de data milenaria, según los historiadores se presenta hace miles de años en forma recurrente, afecta a casi todo el mundo y se manifiesta con mas fuerza en el litoral del Pacifico Sur. Es muy probable que El Niño sea el artífice de los desastres ocurridos en Ica en Enero de 1998, al margen de la historia de huaicos e inundaciones de la localidad.

15.- En la evaluación de daños ocurridos por el fenómeno de El Niño en el distrito de los Molinos podemos concluir que uno de los factores para el grado de afección de los desastres es la distribución de calles transversales a la dirección del flujo del huaico, además, por las características físicas de la quebrada y los vestigios de rocas (meteorizadas) en la zona, se menciona que el flujo no tiene ruta definida, de tal forma que no se puede reubicar a los damnificados en un lugar aparente sin antes hacer un estudio detallado de la zona.

16.- En concordancia de las estadísticas y la evaluación del fenómeno de El Niño, Ica habría sufrido el mayor desastre del presente siglo; la provincia de Ica por las pérdidas está catalogada como una de las provincias más afectadas del Perú en el año 1998.

17.- El Mapa de Peligros es un documento simple y práctico que le sirve a la ciudad de Ica como referencia para la planificación física de sus centros urbanos contra desastres naturales. Los límites entre los diferentes tipos de peligro son aproximados; cualquier proyecto que se efectúe, deberá verificar los límites de emplazamiento, debido a que este es un trabajo con fines académicos. La

metodología en la elaboración del Mapa de Peligros es una alternativa inicial que debe ser complementada y detallada como parte importante en proyectos integrales de desarrollo.

18.- Uno de los factores importantes en la tarea de prevención y mitigación de desastres son los estudios de vulnerabilidad (población humana, vivienda, servicios asociados). Después del evento ocurrido en Enero de 1998, los tipos de vivienda, servicios asociados han variado mucho, por lo tanto se recomienda los estudios de vulnerabilidad a nivel de tesis que concatene el presente estudio como complemento en la prevención de desastres de la ciudad de Ica.

19.- El riesgo es el resultado de la construcción hecha por el hombre, con el grado de vulnerabilidad que tiene frente al peligro a que será sometido, en consecuencia obtener un Mapa de Riesgos con los estudios que faltan serían un aporte importante en la elaboración del Mapa de Areas de Evacuación y Zonas Críticas en caso de desastres.

20.- No toda medida de prevención y mitigación debe ser aplicada, solo aquellos cuyos beneficios exceden sus costos. Con los antecedentes de desastres en la ciudad de Ica y otras ciudades del Perú se llega a la conclusión de que las medidas de prevención y mitigación en forma aislada no cubre las expectativas. Actualmente existe conciencia en que el tratado de los desastres está conformada por una combinación de diversas medidas entre las estructurales y no estructurales.

21.- Los simulacros de desastres sirven no tanto como para que las personas sepan que hacer en uno real (la desesperación y el pánico es demasiado como para seguir cabalmente algunas reglas o normas), sino para concientizar a las personas que están propensas a sufrir algún daño y deben estar prevenidas.

22.- En consideración de las obras estructurales de protección contra inundaciones, se recomienda prevenir a la población en el caso de falla de estructuras. Las inundaciones sin diques de protección son menos desastrosas que las inundaciones por fallas, porque la fuerza de la madre naturaleza para desarrollar su curso normal es inmensa comparada con lo que puede hacer el hombre para contrarrestarla.

23.- Se recomienda tener en consideración las medidas estructurales de reducción de vulnerabilidad, para elaborar un estudio más a detalle sobre el tipo de construcción para cada sector que se indica en el mapa de peligros en la que prevalece la recomendación de **no usar el adobe como material de construcción en zonas de alto peligro.**

24.- En las zonas de alto peligro se sugiere delimitar con linderos constituidos por arboles o arbustos, para evitar un posible asentamiento humano.

25.- Dado que la amenaza de fenómenos naturales no solamente en la ciudad de Ica sino también en los distritos importantes como Parcona, La Tinguiña, Los Molinos y Subtanjalla se recomienda la elaboración de un Mapa de Peligros en estas zonas.

26.- Se recomienda hacer un levantamiento topográfico actualizado en la zona de la ciudad y el valle de Ica, que sirva como base para cualquier estudio a detalle que tenga que ver con la prevención de desastres y el desarrollo sostenido de la región.

27.- En concordancia con los estudios que se han realizado, se recomienda la verificación de las características de suelo en toda la ciudad y en las zonas de expansión, además se verifique las características de seguridad en las zonas de expansión.

28.- Para el aprovechamiento de los recursos naturales se recomienda el estudio hidrogeológico, en consideración de la recarga del acuífero en 1998, para el desarrollo de la agricultura y una posible investigación de control y encauzamiento de flujo subterráneo en eventos extremos.

29.- A consecuencia de todas las medidas de prevención y mitigación de desastres que se han podido sugerir en el presente estudio, se recomienda el monitoreo de los peligros naturales (simógrafos, acelerógrafos, sensores, etc.) como herramienta indispensable para el la mitigación de desastres, porque a cada vez los peligros se hacen más severos y debemos darle la importancia que se merece, para la protección de nuestra sociedad.

30.- Finalmente se recomienda integrar las instituciones estatales y privadas de cada una de las regiones del Perú que estén comprometidos con los desastres naturales, para el trabajo mancomunado en pro del desarrollo de las mismas, como el ocurrido en la ciudad de Ica en el mes de junio de 1999, a través de la participación incondicional del Ing. Alfredo Perez Galeno y del Ing. Julio Kuroiwa. Dicha congregación consiste en un trabajo continuo y sistemático que debe terminar en acciones constantes para el desarrollo sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.-** Arce, Isaac; “San Martín: Desastres naturales y lineamientos de Planeamiento”; Tesis de Grado de Ing. Civil, FIC - UNSM, 1994.
- 2.-** Arteaga, Jaime: “Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Jauja”; Tesis de Grado de Ing. Civil, FIC - UNI, 1996.
- 3.-** Aucayachi, Luis; “Entrevista Personal”; Electro Sur Medio – Ica; setiembre de 1998.
- 4.-** Banco de Materiales, Unidad Operativa – Ica; “Proyecto Colinas de la Angostura”; Programa de Construcción Masiva de viviendas; 1999.
- 5.-** Bueno, Alberto; “La Arqueología y El Niño”; Centro de estudios y Prevención de desastres, Prevención Nro. 9; Agosto de 1997.
- 6.-** Cámara Peruana de la Construcción: “Reglamento Nacional Construcciones”; Edición Actualizada – 1996.
- 7.-** Ccesti, Atilio; “Entrevista Personal”; Colegio de Ingenieros del Perú Filial – Ica; setiembre de 1998.
- 8.-** Chacaltana, Wilson; “Vulnerabilidad de la Ciudad de Ica frente a los Desastres Naturales. Sismos – Inundaciones”; Tesis de Grado UNSLG-ICA; 1995.
- 9.-** Chavez, Julio; “Entrevista Personal”; Banco de Materiales – Ica; setiembre de 1998.

- 10.-** CISMID, UNI – FIC; “Desarrollo del Planeamiento y Mitigación de Desastres”; Memorias 5to Simposio Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres; 1991.
- 11.-** CISMID, UNI-FIC; “Manual sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación Integrada para el Desarrollo Regional”; Memorias, Curso Internacional sobre Mitigación de Desastres; 1992.
- 12.-** Convenio de cooperación técnica INADE-INEI; Reporte de datos oficiales del censo de la población damnificada por el fenómeno de “El Niño” en la provincia de Ica; Febrero de 1998.
- 13.-** Del Aguila, Jorge; “Prevención de Desastres Naturales”; Forum, Ingeniería Civil para el Desarrollo Nacional; Marzo de 1987.
- 14.-** Empresa Municipal de Agua Potable – Ica; “Boletín Informativo”; Nro. 03, Abril de 1998.
- 15.-** Guevara, Martín; “Ica: Más que un Desastre”; Eprodica, Centro de Estudios y Prevención de Desastres; Mayo de 1998.
- 16.-** Hydrologic Engineering Center; “User’s Manual HEC-RAS 2.0”; April, 1997.
- 17.-** <http://www.indeci.gob.pe/1997nino.html>; “Fenómeno El Niño”; 1997 – 1998.
- 18.-** Huanca, Angel; Análisis de vulnerabilidad sísmica de la ciudad de Ica; Tesis de Grado UNSLG-ICA; 1996.

- 19.-** Instituto Geológico Minero y metalúrgico; “Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Ica”; 1994.
- 20.-** Kuroiwa, Julio; “Curso de Capacitación para Capacitadores”; Auspiciada por UNDHA – Geneva / Indeci – Lima, INDECI y ENACE; Setiembre de 1996.
- 21.-** Kuroiwa, Julio; “Evaluation of the Outcome of the IDNDR Programme and Earthquake Risk Reduction in Peru” 12th World Conference on Earthquake Engineering; 1999.
- 22.-** Kuroiwa, Julio; “ Programa Nacional para la Prevención y Mitigación de Desastres en el Perú ”, Memorias VII Curso Internacional sobre Microzonificación y su aplicación al planeamiento urbano; 1995.
- 23.-** Lara, José; Alva, Jorge; “Microzonificación Sísmica de la Ciudad de Ica”; X Congreso Nacional de ingeniería Civil; 1994.
- 24.-** Lino, José; “Microzonificación para la Prevención y Mitigación de Desastres de la Ciudad de Sullana”; Tesis de Grado de Ing. Civil, FIC - UNI, 1992.
- 25.-** Molina, Medardo; “Reconocimiento de Inundaciones y Estudios de Planicies de Inundación”; Organización Meteorológica Mundial; Ecuador, 1986.
- 26.-** Municipalidad Provincial de Ica; “Plan Operativo de Defensa Civil”; Comité Provincial Ica; Diciembre de 1997.
- 27.-** Obando, Walter; Actualización del Análisis de Eventos Extremos Máximos, Río Ica y quebradas; PETACC-INADE; Agosto de 1998.

- 28.-** ONERN; “Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa – Cuenca del Río Ica”; Mayo de 1971.
- 29.-** Pardo, Felix; “Entrevista Personal”; Proyecto Especial Tambo Ccaracocha; Agosto de 1998.
- 30.-** PETACC – INADE; “Programa Normal de Actividades y Acciones Ejecutadas ante los daños Ocasionados por el Fenómeno de El Niño”; 1998 – 1999.
- 31.-** Piqué, Javier; Scaletti, Hugo; “Criterios de Estructuración Sismoresistente”; “La Madera como Material Estructural”; Memorias VIII Curso Internacional sobre Edificaciones de Bajo Costo en Zonas Sísmicas; 1996.
- 32.-** Rocha, Arturo; “Introducción a la Hidráulica Fluvial”; Universidad Nacional de Ingeniería; Noviembre de 1998.
- 33.-** Rodríguez, Edgar; “Plan de Defensa de Inundaciones”; 3er Simposio CISMID – UNI; Junio de 1989.
- 34.-** Rosazza, Eddie; “Entrevista Personal”; Proyecto Especial Tambo Ccaracocha; Junio de 1999.
- 35.-** TAHAL, Misión Israelí; “Estudio del Acuífero del Valle de Ica”; 1968.
- 36.-** Tapia, Cesar; “Microzonificación de la Ciudad de Tumbes y Lineamientos para su Desarrollo Urbano para la Mitigación de Desastres”; Tesis de Grado de Ing. Civil, FIC - UNI, 1991.

37.- Taype, Vidal; “Problemas de Riesgos Naturales en el Valle del Río Ica”; I simposio, El Departamento de Ica y sus Recursos Hídricos; INGEMMET, Setiembre de 1979.

38.- Torres, Rolando; Trefogli, Claudio; “Actualización del Plan de Evacuación ante Tsunamis en las Costas del callao y Evaluación Post – Desastre”; Tesis de Grado de Ing. Civil, FIC - UNI, 1996.