UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

18° ANIVERSARIO DEL CISMID

XVII SIMPOSIO DE PREVENCION DE DESASTRES

VULNERABILIDAD, RIESGO SÍSMICO Y EFECTOS DE SITIO

MICROZONIFICACION DE LA CIUDAD DE ICA

Grover Mitma Montes
Jorge Alva Hurtado

CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SISMICAS Y MITIGACION DE DESASTRES

CONTENIDO

INTRODUCCION

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS

CLIMA E HIDROLOGIA

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

MICROZONIFICACION DEL POTENCIAL DEL PELIGRO

MICROZONIFICACION DE ICA FRENTE A SISMOS E INUNDACIONES

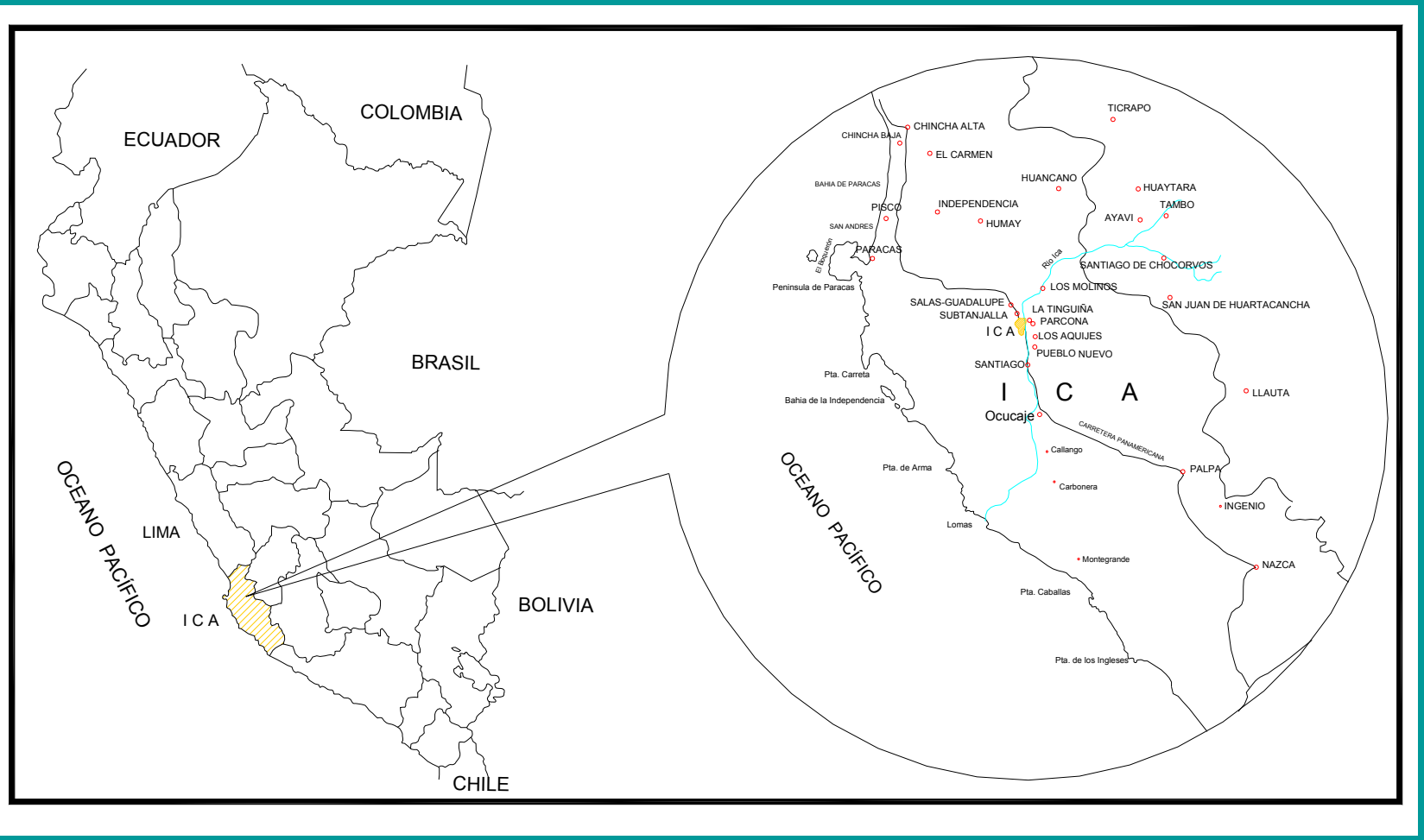
MITIGACION DE DESASTRES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

OBJETIVO

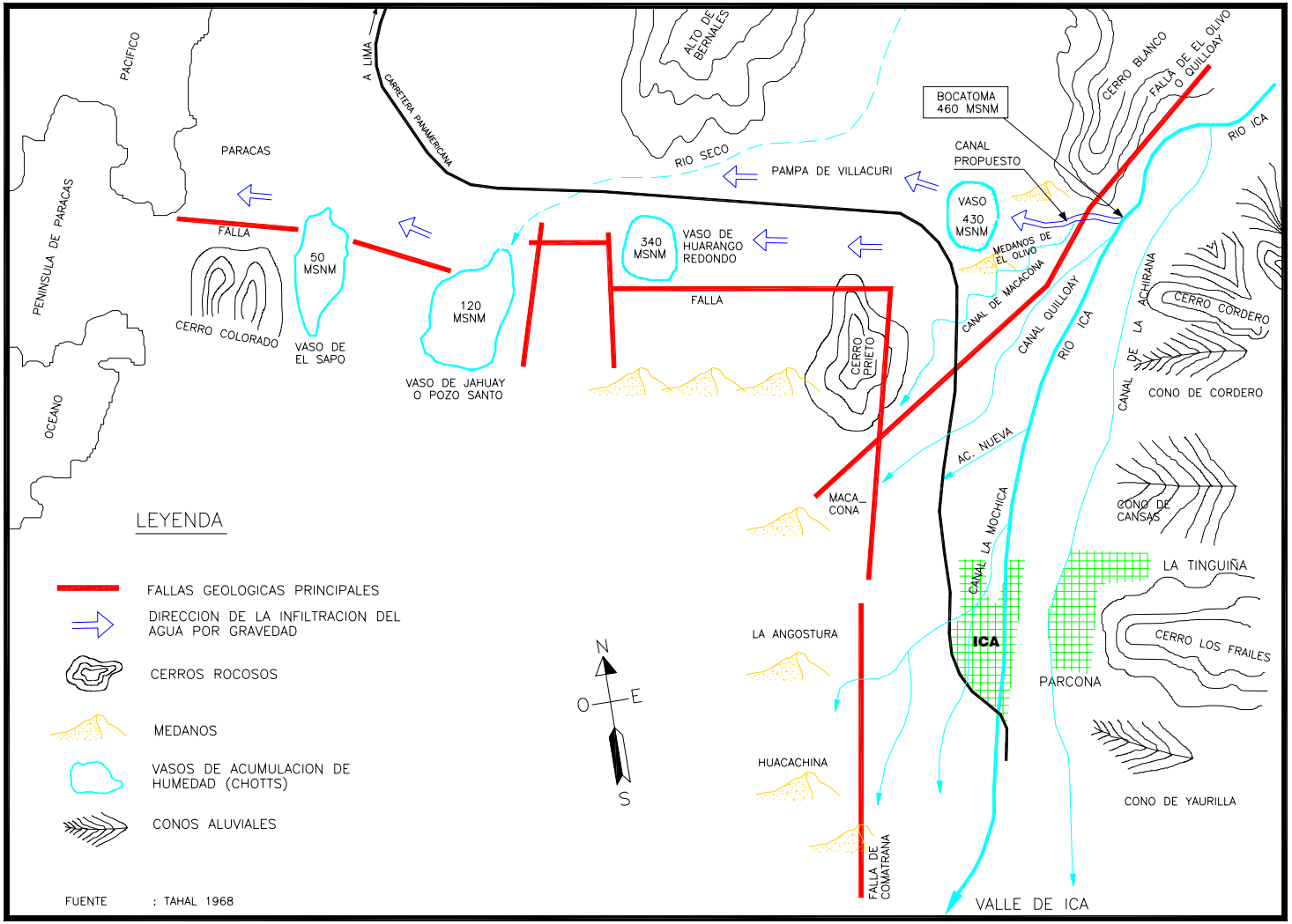
- El objetivo de este trabajo es establecer zonas, en la localidad de Ica, con determinadas características y comportamiento de suelo, para luego identificar sectores más o menos vulnerables de la ciudad frente a desequilibrios geodinámicos de nuestro planeta (sismos e inundaciones).

UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

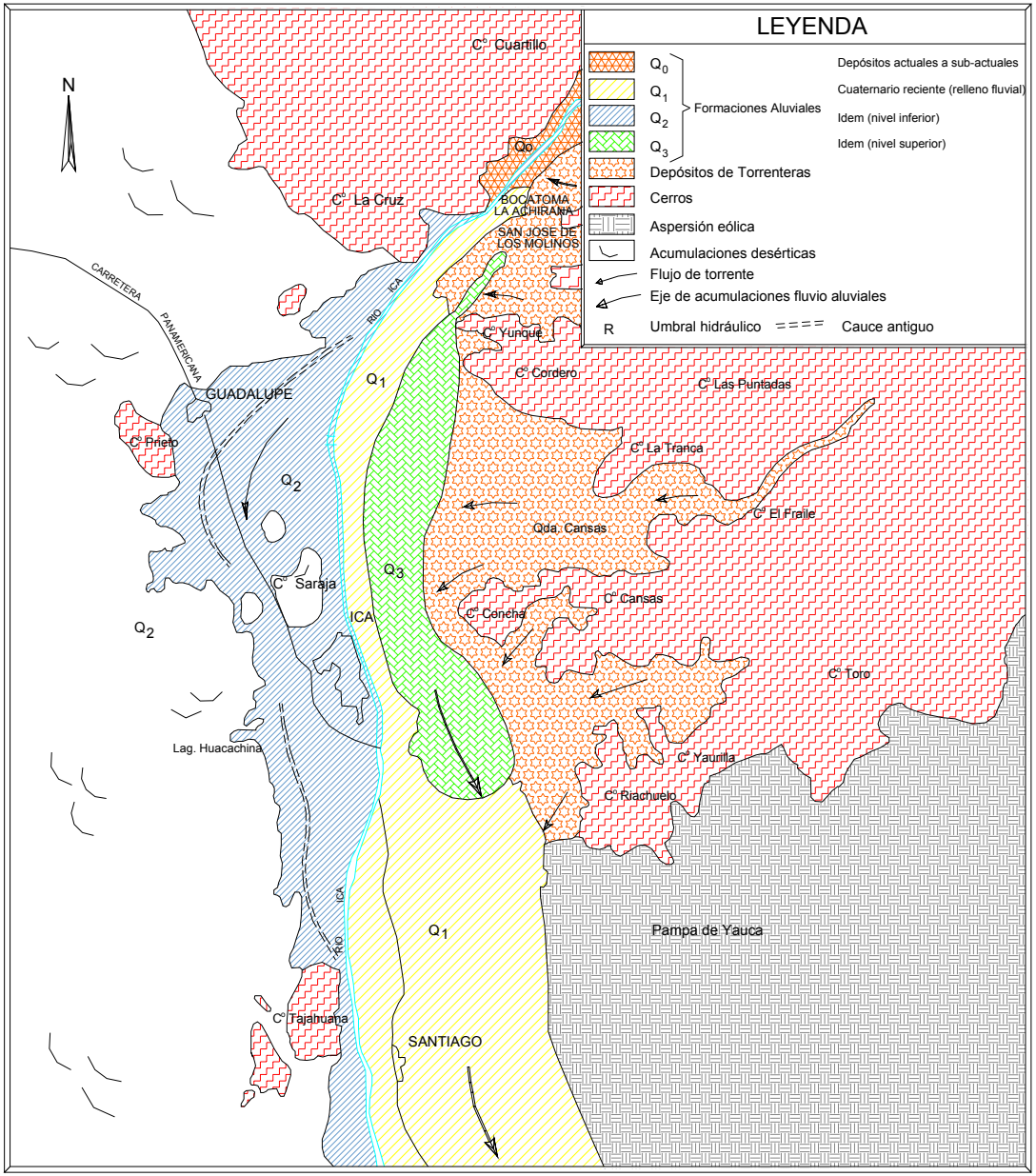


CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y GEOMORFOLOGICAS

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO DEL VALLE DE ICA Y LAS PAMPAS DE VILLACURI



MAPA GEOMORFOLÓGICO LOCAL



CLIMA E HIDROLOGÍA

DESCARGAS MÁXIMAS EXTREMAS ANUALES DEL RÍO ICA
(1922 – 1998)

Año	Q(m^3/s)	LOG(Q)
1922	234.6	2.37033
1923	238.0	2.37658
1924	156.4	2.19424
1925	181.7	2.25935
1926	125.1	2.09726
1927	161.2	2.20737
1928	117.1	2.06856
1929	162.4	2.21059
1930	129.3	2.11160
1931	88.0	1.94448
1932	253.0	2.40312
1933	287.5	2.45864
1934	368.0	2.56585
1935	196.7	2.29380
1936	176.2	2.24601
1937	91.3	1.96047
1938	186.9	2.27161
1939	176.2	2.24601
1940	73.8	1.86806
1941	59.0	1.77085
1942	316.2	2.49996
1943	273.1	2.43632
1944	260.6	2.41597
1945	91.0	1.95904
1946	341.0	2.53275
1947	50.3	1.70157
1948	153.6	2.18639
1949	226.8	2.35564
1950	67.6	1.82995
1951	245.0	2.38917
1952	154.2	2.18808
1953	316.8	2.50079
1954	169.1	2.22814
1955	283.5	2.45255
1956	120.0	2.07918
1957	176.4	2.24650
1958	47.3	1.67486
1959	92.1	1.96426
1960	79.5	1.90037
1961	250.0	2.39794
1962	132.9	2.12352
1963	300.0	2.47712
1964	112.2	2.04999
1965	168.0	2.22531
1966	140.0	2.14613
1967	350.0	2.54407
1968	52.7	1.72181
1969	205.0	2.31175
1970	180.0	2.25527
1971	114.2	2.05767
1972	280.0	2.44716
1973	235.0	2.37107
1974	202.4	2.30621
1975	412.0	2.61490
1976	300.0	2.47712
1977	219.0	2.34044
1978	63.7	1.80414
1979	120.0	2.07918
1980	195.4	2.29092
1981	126.9	2.10346
1982	263.6	2.42095
1983	420.0	2.62325
1984	250.0	2.39794
1985	273.3	2.43664
1986	425.1	2.62849
1987	115.6	2.06296
1988	116.7	2.06707
1989	113.6	2.05538
1990	123.5	2.09167
1991	124.5	2.09517
1992	19.0	1.27875
1993	53.0	1.72428
1994	148.8	2.17260
1995	300.0	2.47712
1996	162.2	2.21005
1997	62.5	1.79588
1998	600.0	2.77815

Promedio	190.4
Desviación estándar	106.6
Promedio logaritmos	2.2
Desv. estand. logaritmos	0.3
Coeficiente de asimetría	-0.7

- Caudales máximos para diferentes Tr (Método de Gumbel)

Tr (años)	p	K	Q(m^3/s)
5	0.2	0.80	275.68
10	0.1	1.43	342.84
20	0.05	2.04	407.86
50	0.02	2.83	492.08
100	0.01	3.41	553.91
200	0.005	4.00	616.80
400	0.0025	4.53	673.30

- Caudales máximos para diferentes Tr (Método de Log-Person)

Tr (años)	P	K	LogX	Q(m^3/s)
5	0.20	0.86	2.458	287.1
10	0.10	1.20	2.560	363.1
25	0.04	1.50	2.650	446.7
50	0.02	1.70	2.710	512.9
100	0.01	1.80	2.740	549.5

Según los cuadros se dice conservadoramente que dentro de 100 años sucederá otra avenida similar a la del 29 de Enero de 1998, ya que el promedio, 550 m^3/s sería una avenida extraordinaria como lo fue 600 m^3/s.

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

EJECUCIÓN DE CALICATAS:

- Se ejecutaron en total 14 calicatas, 7 de ellas realizadas por el CISMID y otras 7 realizadas por HIDROENERGÍA

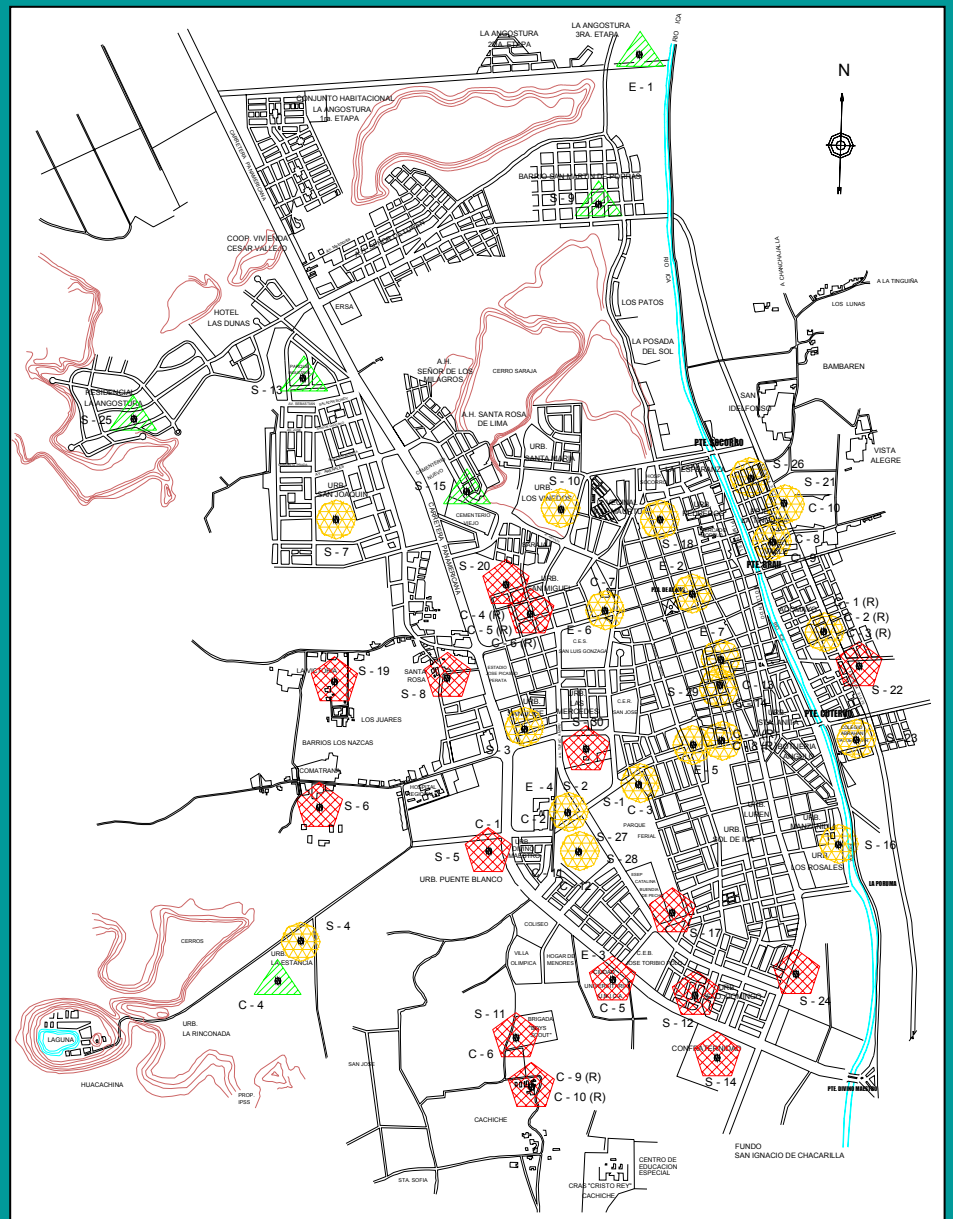
ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT):

- Se realizaron en total 30 ensayos SPT con una profundidad promedio de 5 m, de los cuales 25 ensayos SPT fueron realizados por el CISMID mientras otras 5 fueron realizadas por HIDROENERGÍA.

ENSAYOS DE LABORATORIO:

- Ensayos de clasificación de suelos según el sistema de clasificación unificado de suelos (SUCS), determinación de los límites de Atterberg (límite líquido, plástico y de contracción), peso específico de sólidos, densidad natural, granulometría y humedad natural según las normas ASTM .

DISTRIBUCIÓN DE SUELOS



LEYENDA :

ZONA A

ZONA B

ZONA C

- ZONA A

Superficialmente esta zona está conformada por terrenos de cultivo de naturaleza limosa de color beige claro, en estado semicompacto y poco húmedo hasta una profundidad promedio de 1 m. Debajo de este estrato se encuentra suelos limosos arenosos (25 - 40% de arena) y suelos arcillosos con bajo contenido de arenas (menor del 15% de arena).

- ZONA B

Se trata de depósitos de arenas pobremente gradadas de grano fino a medio y de forma redondeada con mediano a poco contenido de finos no plásticos, baja humedad y con lentes arcillosos y limosos de poca potencia.

- ZONA C

Superficialmente está constituida por arenas pobremente gradadas de color beige amarillento, tamaño fino, escasa humedad y estado poco denso a suelto, subyaciendo a éstas se encuentra un suelo limoso

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Se 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 superficial.

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), utilizando los factores de forma de Vesic (1973).

$$qult = c.N_c.S_c + \gamma_1.D_f.N_q.S_q + \tfrac{1}{2}.\gamma_2.B.N_\gamma.S_\gamma$$

$$qad = qult / FS$$

ANÁLISIS DE ASENTAMIENTO

a) Criterio del asentamiento elástico

$$S = \frac{\Delta q_S B\left(1-u^2\right)}{E_S} Iw$$

b) Criterio de Terzaghi y Peck

$$S = \frac{3\Delta q_S}{N}\left(\frac{2B}{1+B}\right)^2$$

RESUMEN DE LOS VALORES DE CARGA ADMISIBLE PARA LA CIUDAD DE ICA

SONDAJE	SUCS	DF	G1	G2	B	L	N	C	Fi	Nc	Nq	NG	Sc	Sq	SG
SPT - 1	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 2	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 3	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 4	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.8	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 5	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	18.0	0.0	31.0	32.6	20.6	26.0	1.1	1.1	1.0
SPT - 6	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 7	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	22.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 8	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	22.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 9	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 10	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 11	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 12	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 13	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 14	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 15	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	5.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0
SPT - 16	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 17	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 18	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 19	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0
SPT - 20	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 21	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 22	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 23	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	10.0	0.0	29.0	27.8	16.4	19.3	1.1	1.1	1.0
SPT - 24	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	8.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0
SPT - 25	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	5.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0
SPT - 26	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	10	0.0	29.0	27.8	16.4	19.3	1.1	1.1	1.0
SPT - 27	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	13	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 28	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	13	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0
SPT - 29	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	11	0.0	31.0	32.6	20.6	26.0	1.1	1.1	1.0
SPT - 30	ML	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	12	0.0	24.0	19.3	9.6	9.4	1.1	1.1	1.0

QULT	QAD1	RHO1	U	E	IW	RHO2	METODO TERZAGHI QAD2	METODO ELASTICO QAD3	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE QAD
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
4.0	1.3	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.7	3.3	1.8	1.3
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	4.1	2.3	1.5
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	4.1	2.3	1.5
5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
2.8	0.9	1.0	0.3	500.0	2.5	1.0	0.9	0.9	0.9
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
3.1	1.0	0.6	0.3	750.0	2.5	0.8	1.9	1.4	1.0
2.8	0.9	0.6	0.3	500.0	2.5	1.0	1.5	0.9	0.9
2.7	0.9	1.0	0.3	500.0	2.5	1.0	0.9	0.9	0.9
3.4	1.1	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	5.9	1.8	1.1
3.9	1.3	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	7.7	1.8	1.3
3.9	1.3	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	7.7	1.8	1.3
4.4	1.5	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	6.5	1.8	1.5
1.9	0.6	0.3	0.3	1250.0	2.5	0.7	7.1	2.3	0.6

Donde:

DF = PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m)
G1 = PESO ESPECIFICO POR ENCIMA DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN / M³)
G1 = PESO ESPECIFICO POR DEBAJO DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN / M³)
B = ANCHO DE LA CIMENTACION (m)
L = LONGITUD DE LA CIMENTACION (m)
N = Nro. DE GOLPES / PIE DEL ENSAYO SPT
C = COHESION DEL SUELO (TN / M²)

FI = ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA
RHO1 = ASENTAMIENTO (Pulg). METODO DE TERZAGHI
RHO2 = ASENTAMIENTO (Pulg). METODO ELASTICO
U = RELACION DE POISSON
E = MODULO DE YOUNG
Iw = FACTOR DE INFLUENCIA DE BOWLES

QULT = CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KG / CM²)
QULT = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG / CM²)
QULT = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 Pulg. (TERZAGHI). KG / CM²)
QULT = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 Pulg. (MET. ELASTICO). KG / CM²)
QULT = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG / CM²)

EVALUACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS

DEPÓSITOS EÓLICOS

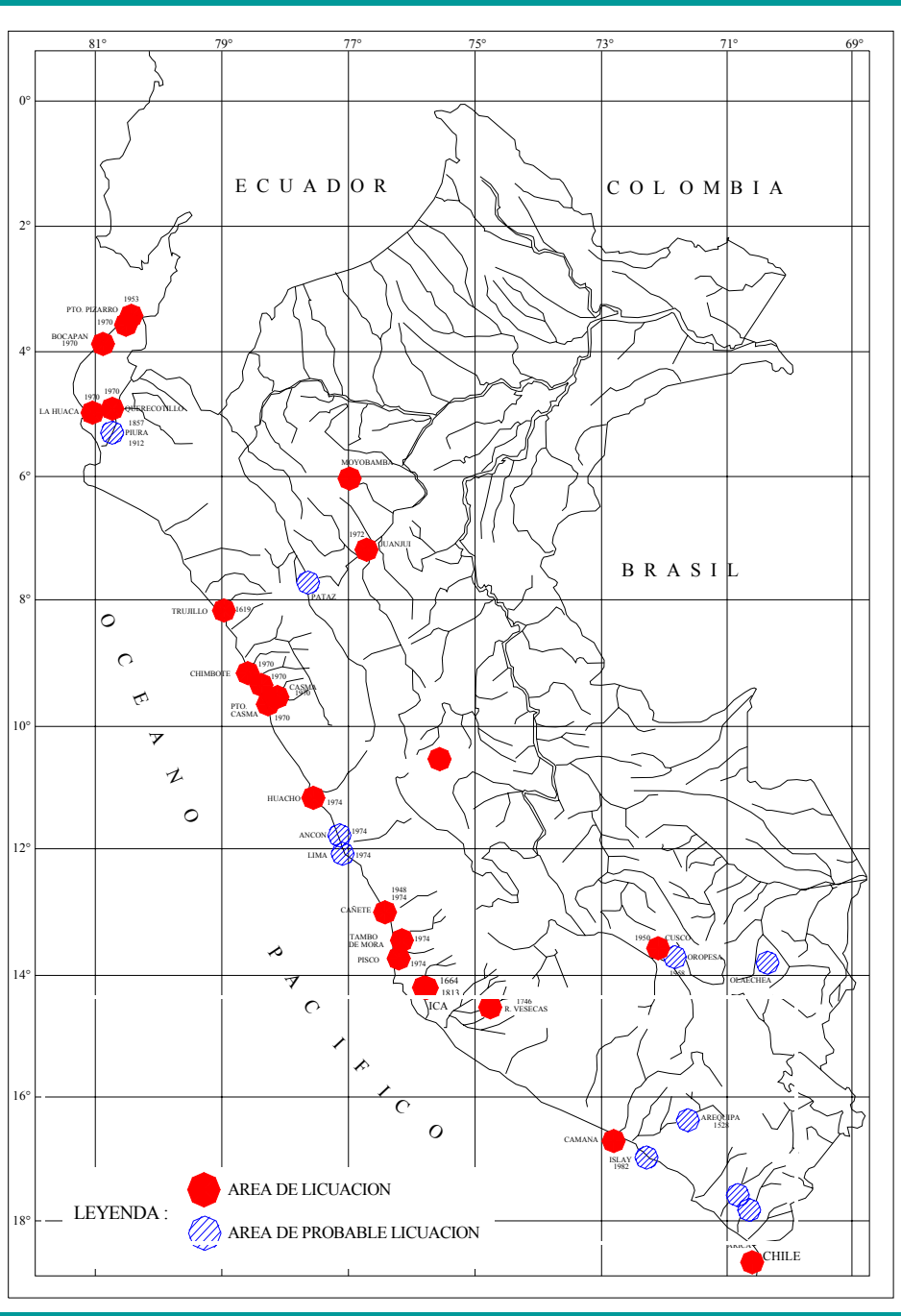
- Fenómeno de densificación

SUELOS COLAPSABLES

- El potencial de colapso varía de 2% a 6% - Problemático moderado (Clemence y Finbarr, 1981)

SUELOS LICUABLES:

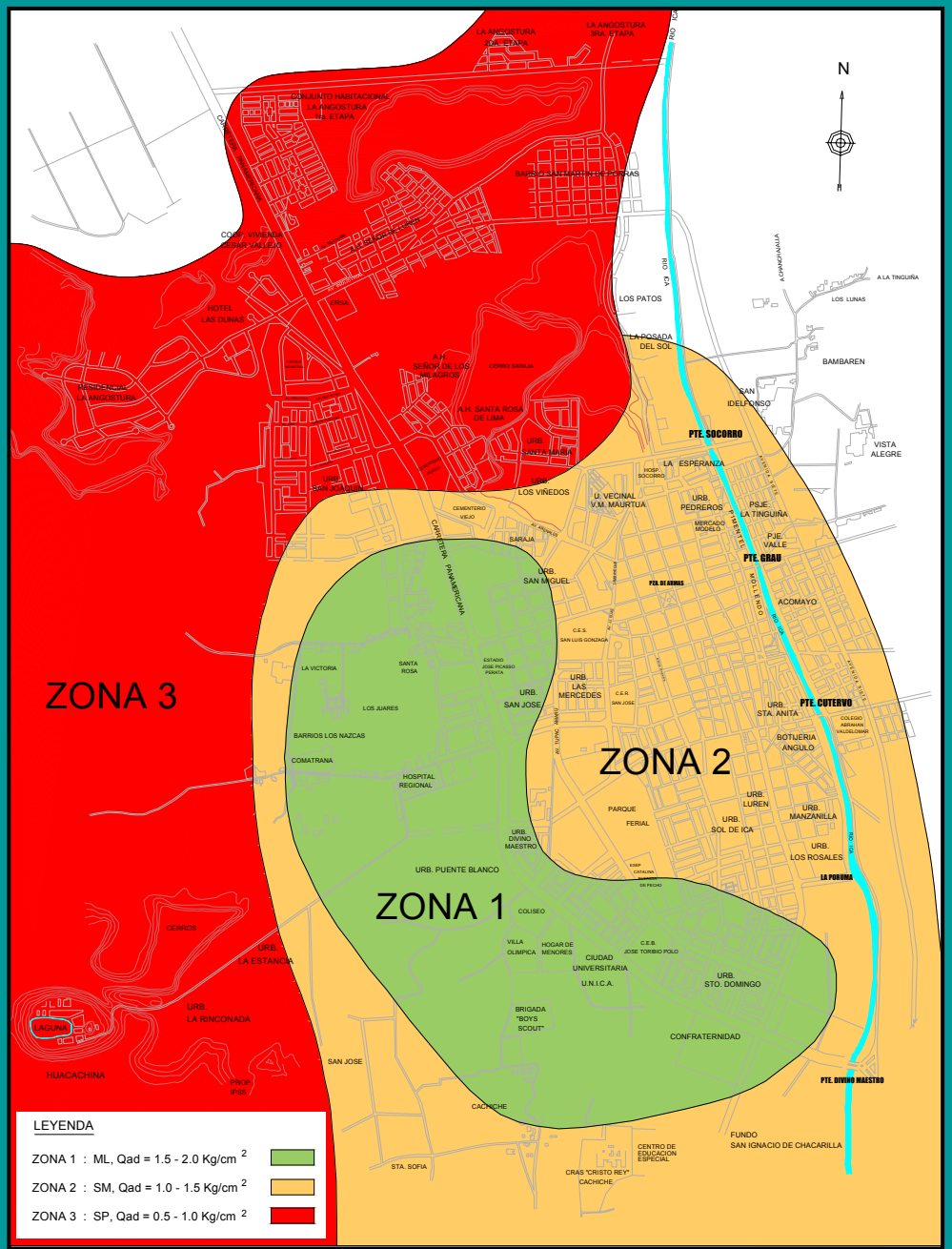
- Existen reportes históricos de ocurrencia de licuación de suelos en la ciudad de Ica.
- En la actualidad las variaciones de la napa freática respecto de la superficie oscila entre 10 y 25 m de profundidad según las cotas del terreno.
- Existe la posibilidad de que en un futuro próximo la napa se recupere debido a la activación del Programa Especial Tambo-Ccaracocha (PETACC) que proveerá permanentemente al valle iqueño de agua, y la prohibición de la perforación de pozos.



MAPA DE ÁREAS DE LICUACIÓN DE SUELOS DEL PERÚ

(ALVA , 1983)

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA



FENÓMENOS GEODINÁMICOS Y MICROZONIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE PELIGRO

PELIGRO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE ICA

a) Evaluación de Fuentes Sismogénicas

b) Análisis Estadístico de Recurrencia

c) Ley de Atenuación

- Casaverde y Vargas (1980). Mecanismo de Subducción

$$a = 68.7e^{0.8Ms}\ (R + 25)^{-1.0}$$

- McGuire (1974). Sismos Continentales

$$a = 472\ x\ 10^{0.28Ms}\ (R + 25)^{-1.3}$$

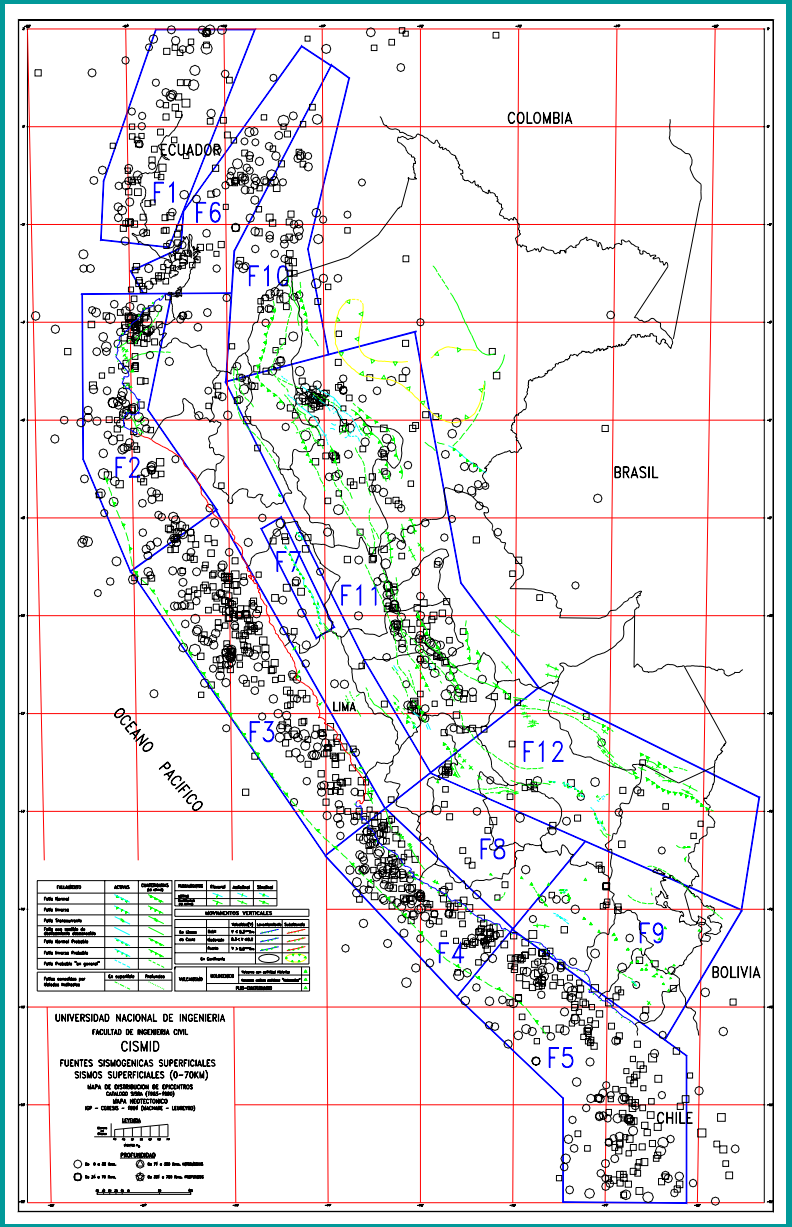
Donde:

a	=	Aceleración en cm/sg^2
Ms	=	Magnitud de las ondas superficiales
R	=	Distancia hipocentral en Kms

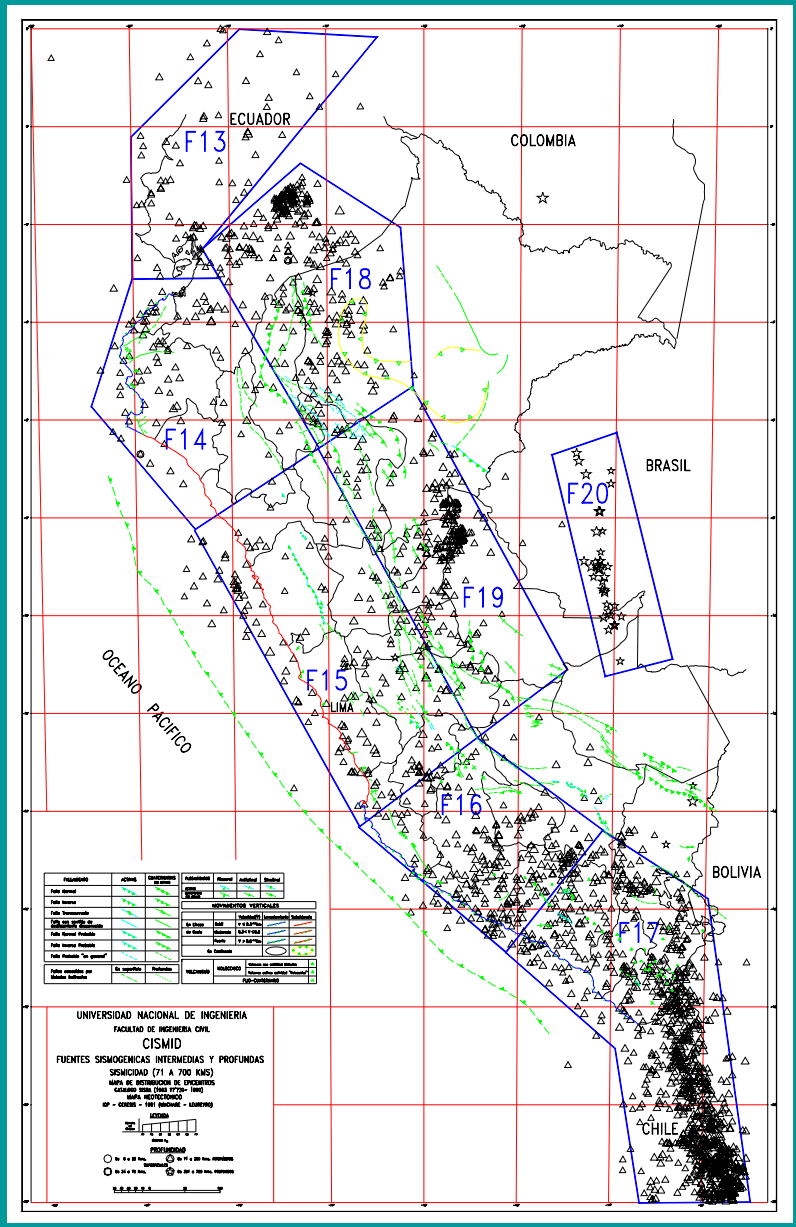
d) Niveles Máximos de Aceleraciones Esperados

- Programa de cómputo Risk (McGuire, 1974)

FUENTES SISMOGÉNICAS



Fuentes Continentales y Fuentes de Subducción Superficial (0 – 70 Km)



Fuentes de Subducción Intermedia (71 – 300 Km) y Profunda (500 – 700 Km)

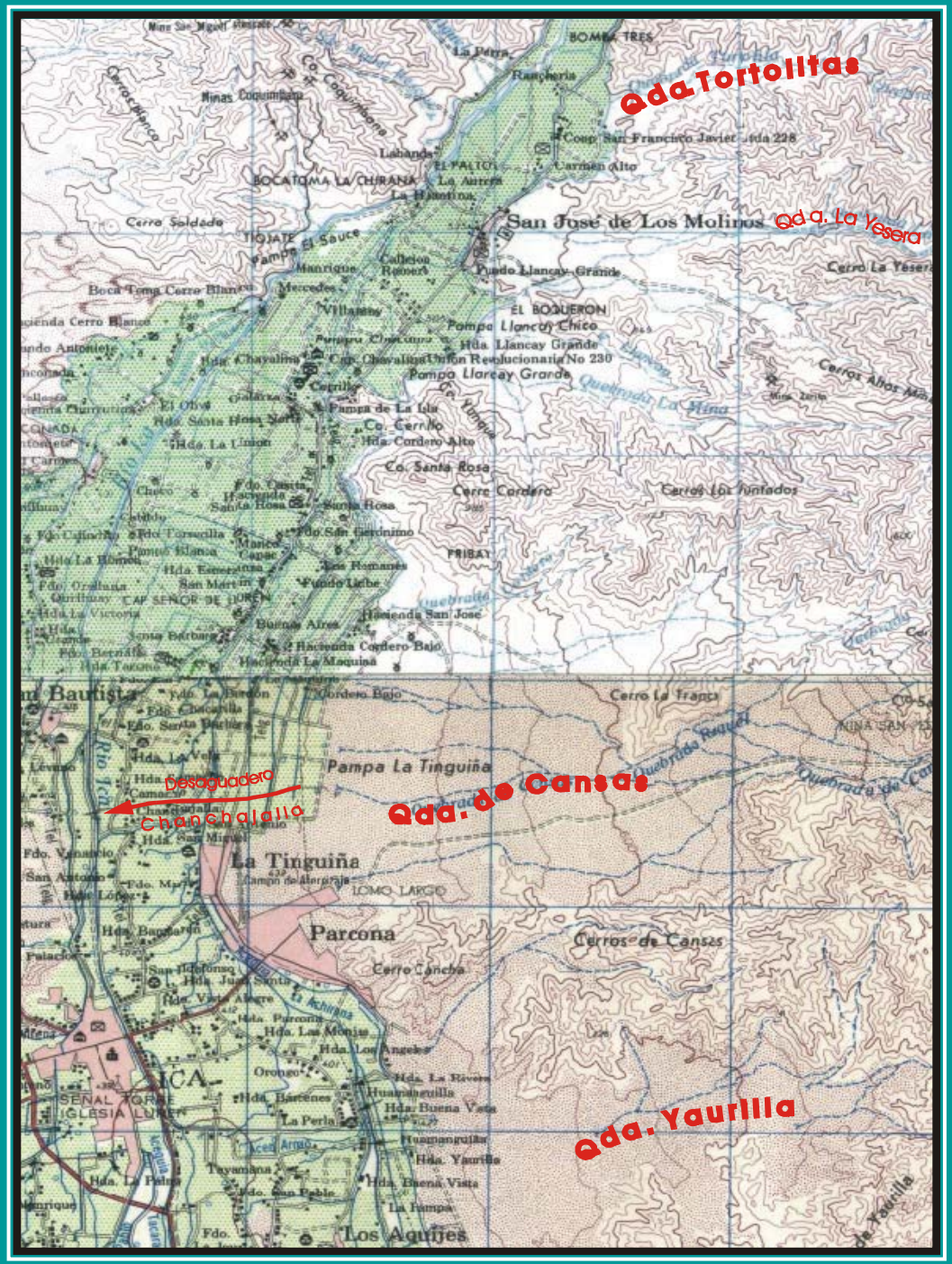
PARÁMETROS DE RECURRENCIA DE LAS FUENTES SISMOGÉNICAS

FUENTE	M_{min}	M_{max}	TASA	BETA	PROF. (Km.)
F_1	4.8	8.1	2.36	3.84	40
F_2	4.8	7.9	4.57	3.06	40
F_3	4.8	8.0	8.78	3.21	30, 60
F_4	4.8	8.2	5.62	3.57	40
F_5	4.8	8.2	5.23	3,358	50
F_6	4.6	7.4	1.49	5.89	50
F_7	4.9	7.4	0.40	5.00	40
F_8	4.9	7.0	0.47	6,658	65
F_9	4.9	7.5	1.11	5.74	55
F_{10}	4.9	7.3	1.22	3.91	50
F_{11}	4.9	7.1	6.99	5.38	40
F_{12}	4.9	7.1	0.87	6.88	50
F_{13}	4.9	6.9	1.11	6.23	100
F_{14}	4.9	6.5	2.14	5.74	100
F_{15}	4.9	7.2	4.04	5.02	100, 160
F_{16}	4.9	7.2	5.34	5.90	110
F_{17}	4.9	7.5	26.39	5.95	90,130,190
F_{18}	4.9	7.5	6.04	4.54	110, 180
F_{19}	4.9	7.0	6.44	5.27	160
F_{20}	4.9	7.5	1.19	2.48	610

- NIVELES MÁXIMOS DE ACELERACIONES ESPERADOS

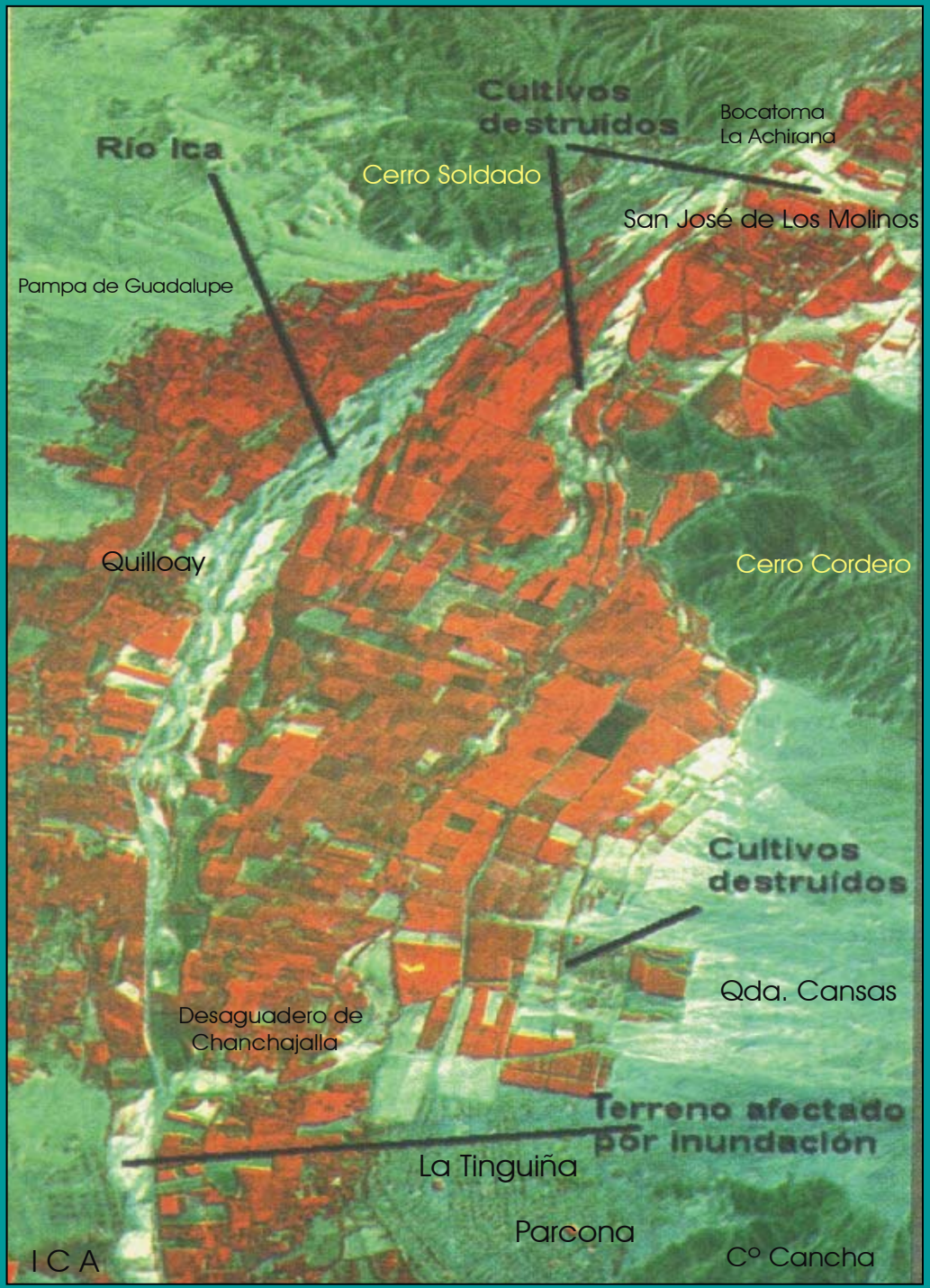
Lugar	Aceleración máxima	
	Nivel de excedencia (10%)	
	50 años, vida útil	100 años, vida útil
Ciudad de Ica	0,46 g	0,54 g

Los valores de aceleración determinados, corresponden al basamento rocoso o suelo firme, y no reflejan la amplificación local del suelo, en caso de existir.



GEODINÁMICA EXTERNA
INUNDACIONES

EL RÍO ICA Y LAS QUEBRADAS CONTRIBUYENTES EN ÉPOCAS DE FUERTES LLUVIAS

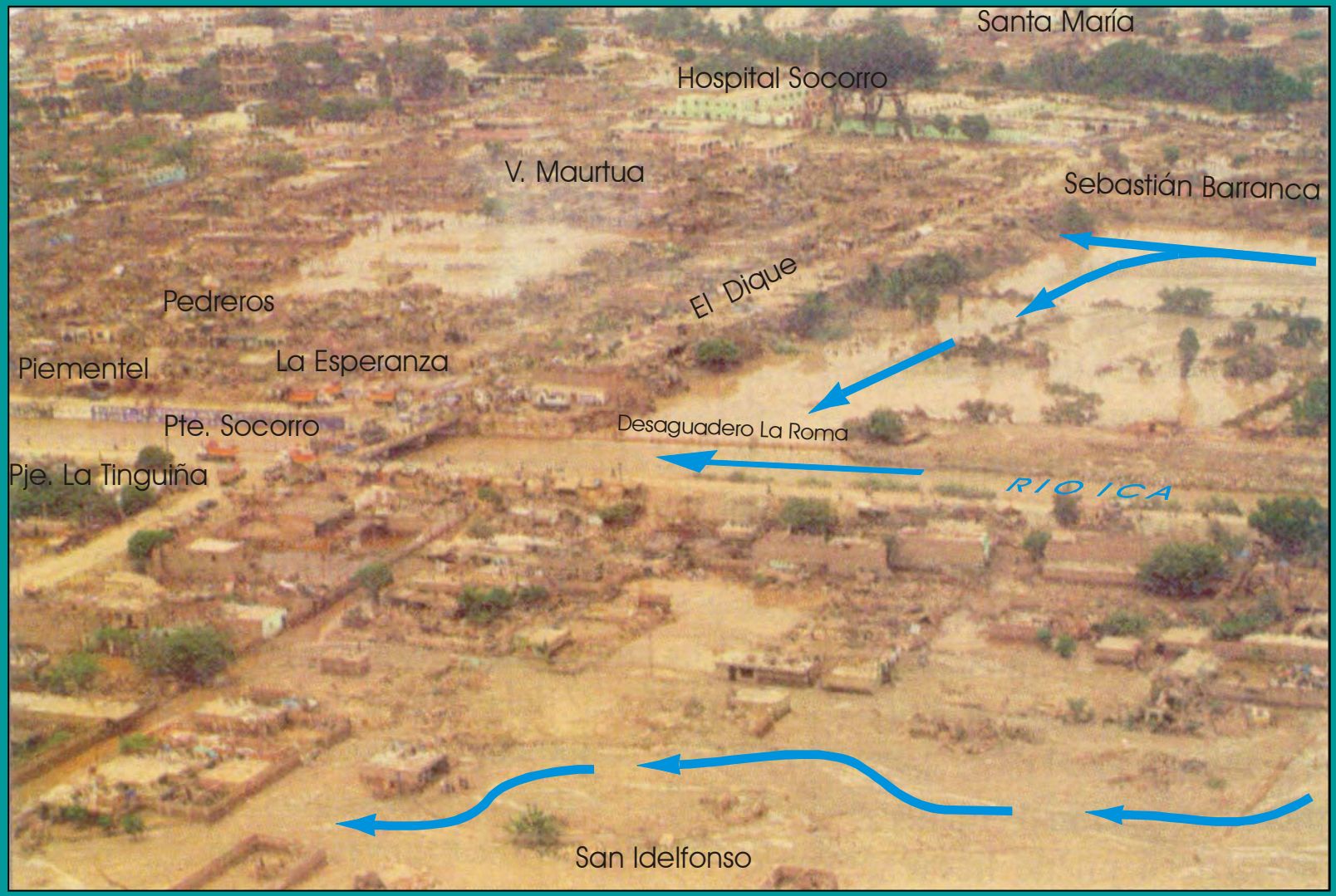


INUNDACIÓN DEL 29 DE ENERO DE 1998

(Imagen del Satélite Spot)

- Tendencia del rio hacia el oeste
- Avance de los médanos
- Aporte de la Qda. Cansas

DESPLAZAMIENTO DE LAS AGUAS A LA ALTURA DEL PUENTE SOCORRO



MICROZONIFICACIÓN POTENCIAL DEL PELIGRO

1) ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

2) ZONIFICACIÓN POR LICUACIÓN DE SUELOS

Se ha considerado esta zonificación teniendo en cuenta lo siguiente:

- Ubicación geográfica de la ciudad de Ica: zona altamente sísmica (Cinturón Circumpacífico)

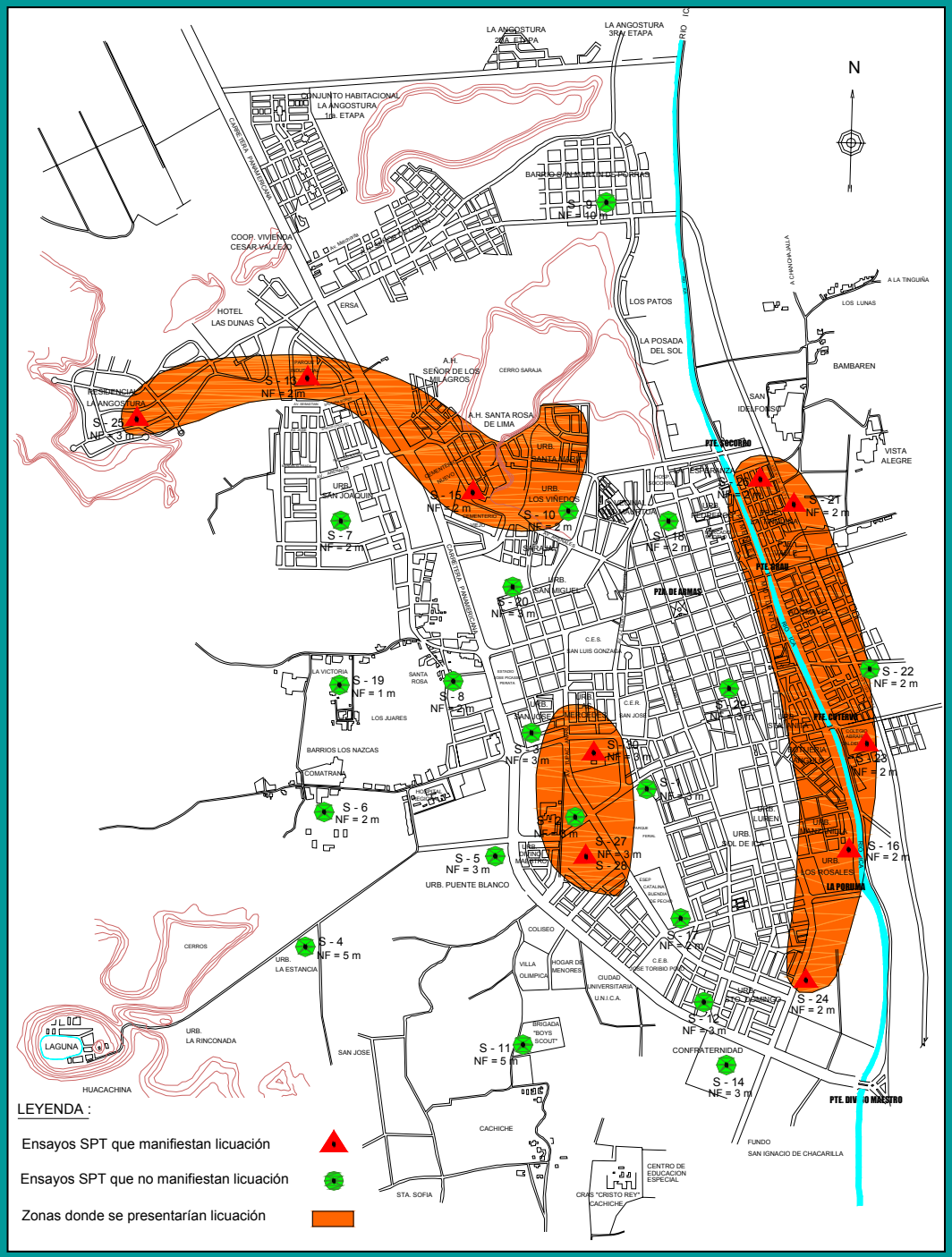
- Fuertes sismos: según registros históricos se tiene sismos de hasta X en la escala MMI y niveles altos de aceleración

- Proyecto Especial Tambo – Ccaracocha (PETACC): mantendrá al río Ica cargado permanentemente

- Racionalización de la explotación de pozos

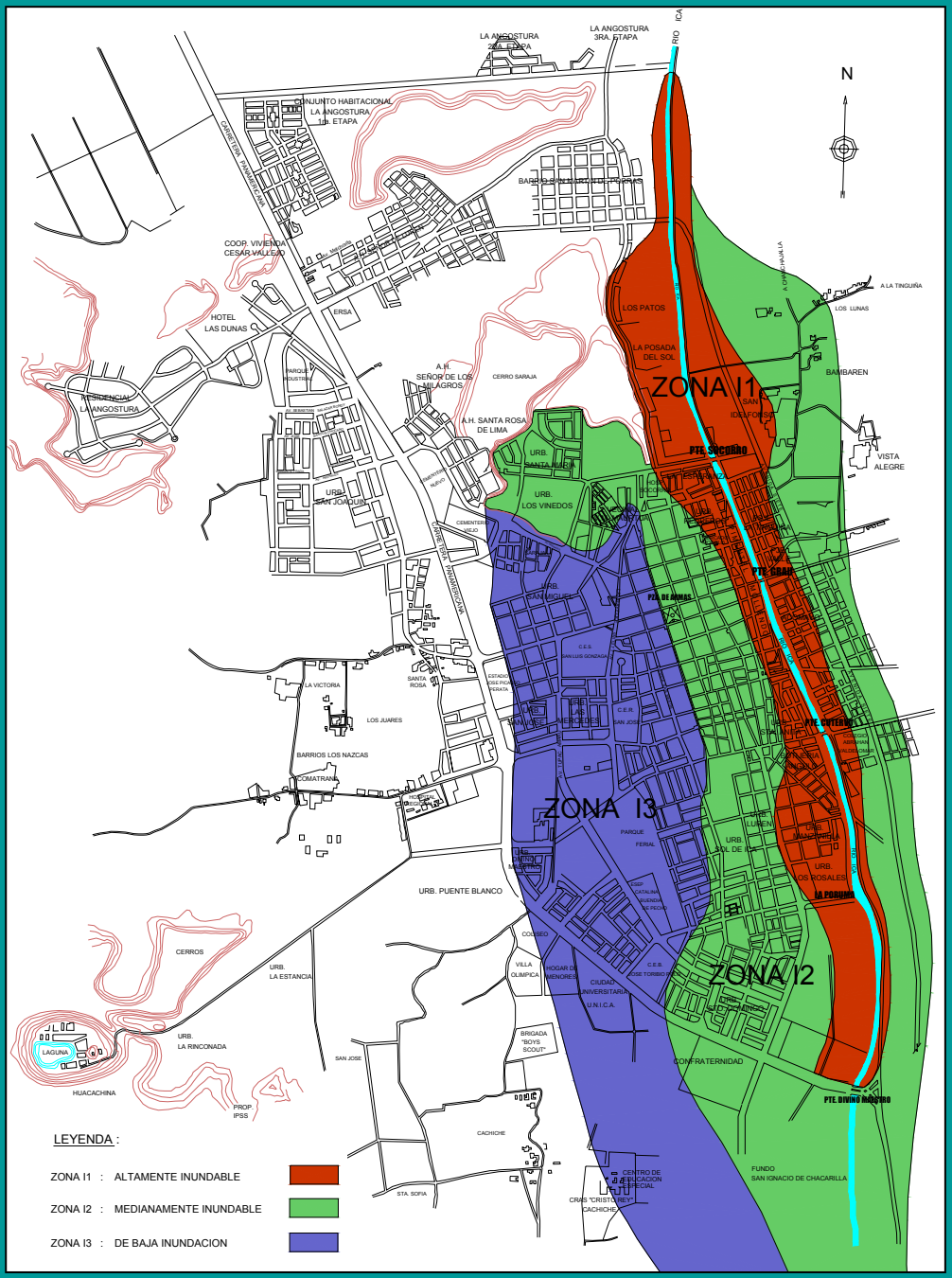
- Tipo de suelo: Ica está conformado mayormente por arenas del tipo SP en la Zona C y del tipo SM y SC en la Zona B

- Valores de N del SPT bajos



ZONAS DE POTENCIAL DE LICUACIÓN

Programa de cómputo DLICUA (Met. Seed e Idriss), el cual requerió conocer los siguientes parámetros: clasificación de suelo (SUCS), densidad relativa, valores de N del SPT, magnitud de un sismo fuerte (para nuestro caso Ms = 7,5), aceleración máxima (obtenida de programa de cómputo RISK, 0.46g para un periodo de vida útil de 50 años) y nivel freático.



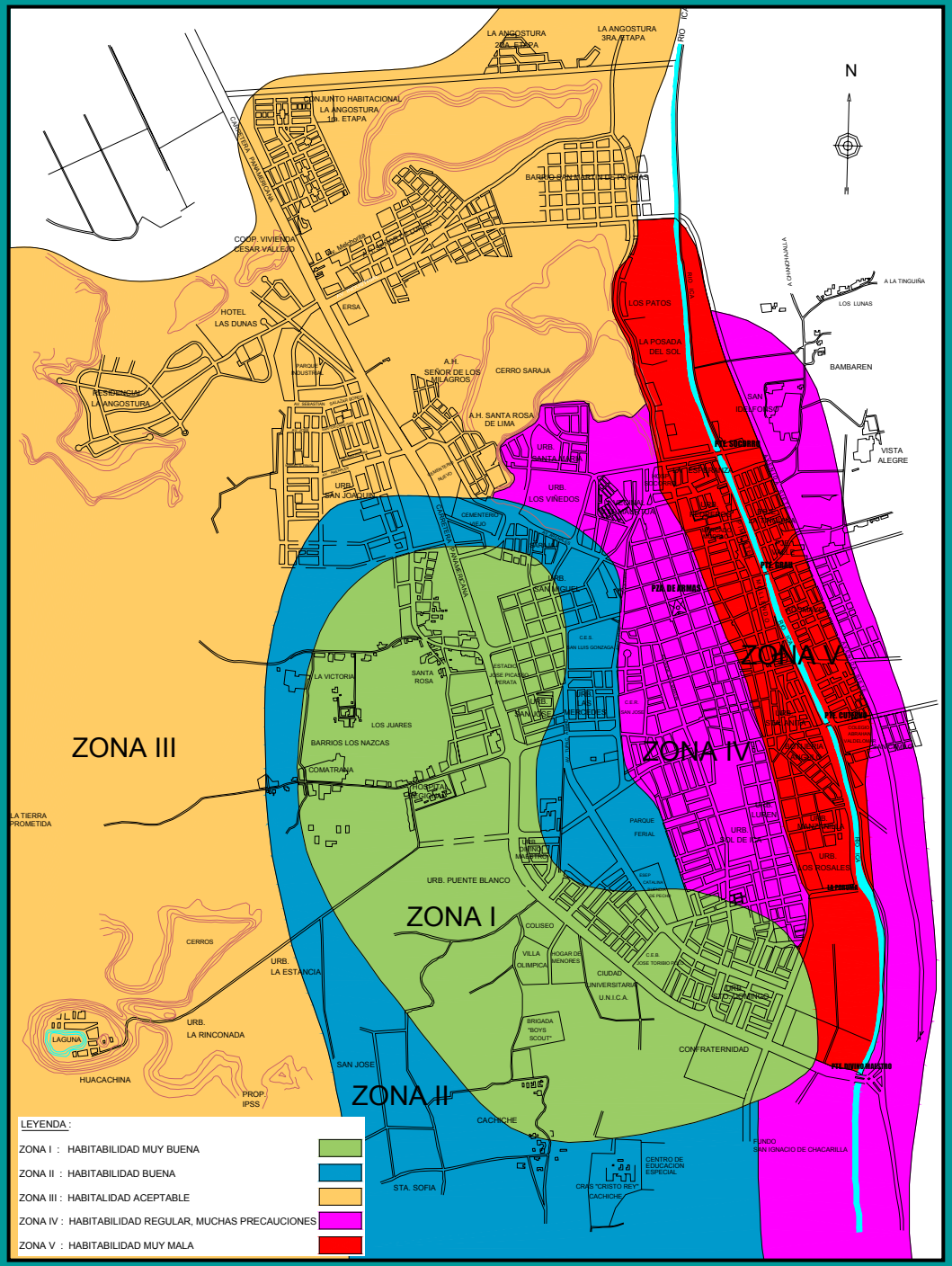
3) ZONIFICACIÓN POR INUNDACIONES

Se tomado en cuenta los registros históricos de inundaciones, dando prioridad a los últimos ocurridos. También se ha tomado en cuenta el grado de vulnerabilidad de la estructuras ribereñas.

Margen Izquierda: no hay protección.

Margen derecha: endeble muro de contención (Alt. Botijería Angulo)

Zona fácilmente inundable: no hay protección (Pasaje Valle)



MICROZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA FRENTE A SISMOS E INUNDACIONES

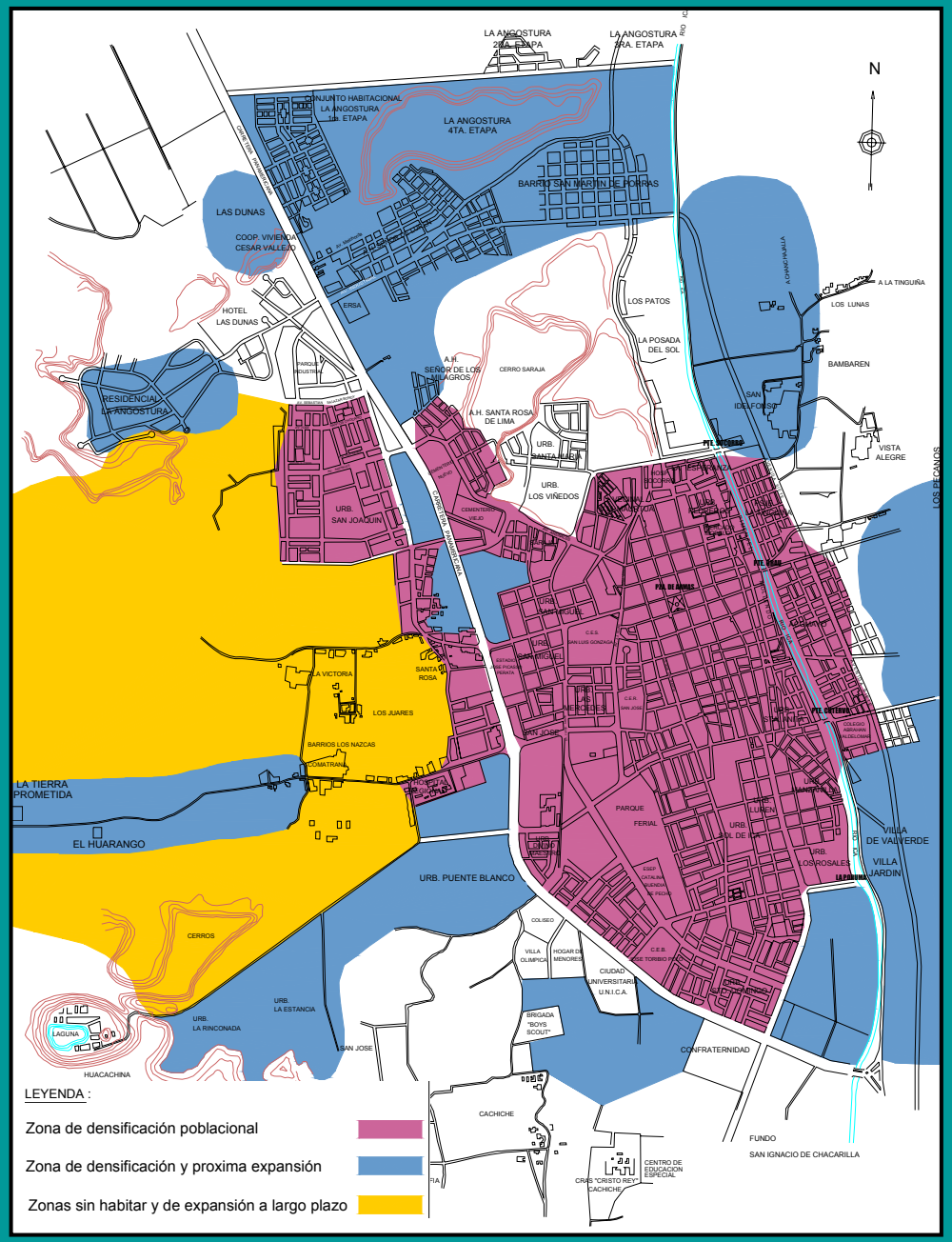
Es el plano final, en el que se muestra a la ciudad de Ica dividida en zonas donde cada una de ellas tiene características y comportamientos especiales de suelo frente a los sismos y las inundaciones

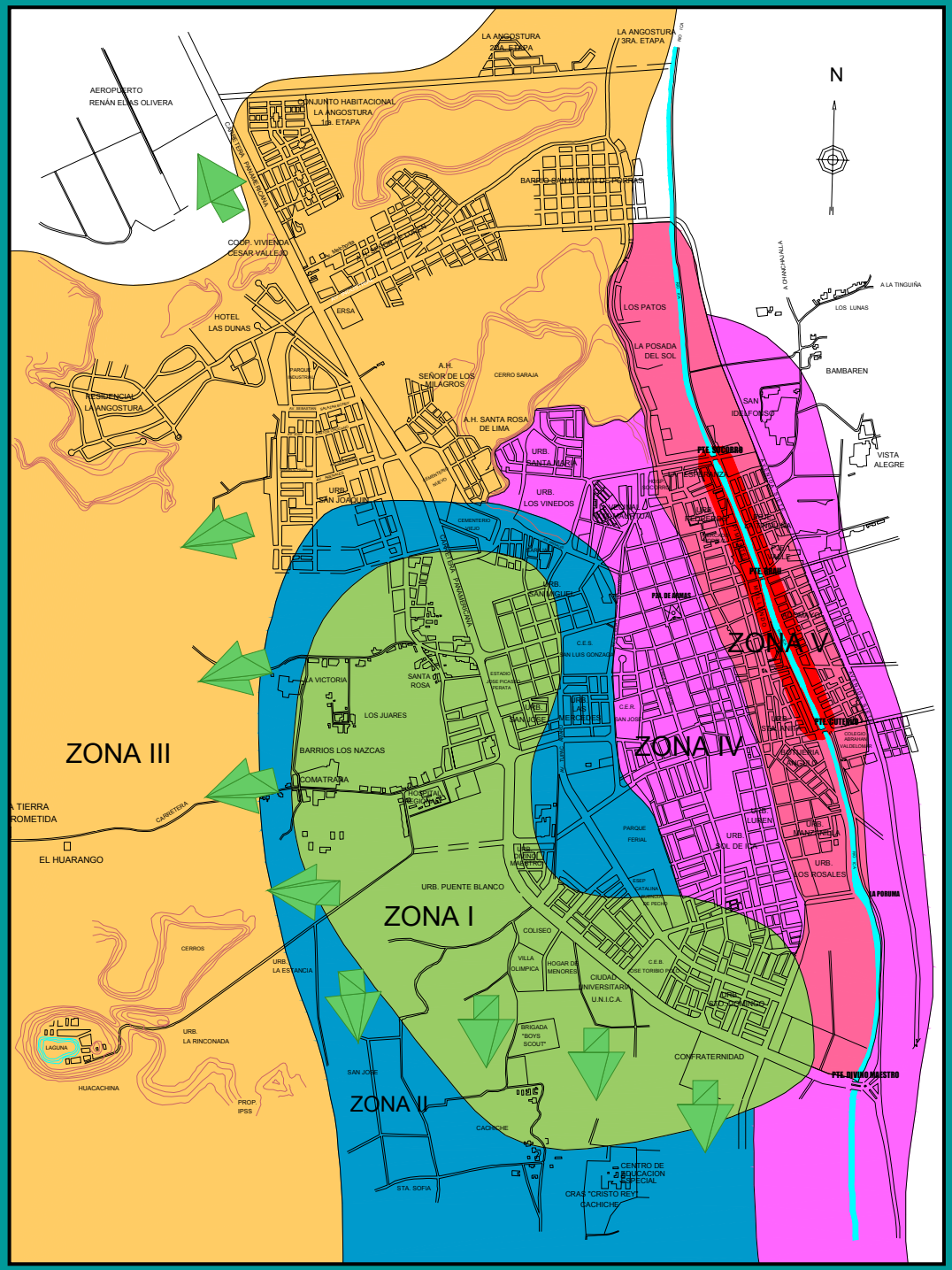
RESUMEN DE LA MICROZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE ICA FRENTE A SISMOS E INUNDACIONES

ZONIFICACION	CARACTERISTICAS				HABITABILIDAD
	Qad	LICUACION	OCURRENCIA DE INUNDACION	SUELOS COLAPSABLES	
ZONA I	1.5 - 2.0 Kg / cm^2	NO	BAJA	-	Perfectamente habitable, construccines de todo tipo
ZONA II	1.0 - 1.5 Kg / cm^2	SI	BAJA	MODERADO	Habitabilidad muy buena. Viviendas, Industrias, museos, etc.
ZONA III	0.5 - 1.0 Kg / cm^2	SI	BAJA	PROBLEMATICO	Habitabildad buena para viviendas en general. Usar cimentación corrida y armada.
ZONA IV	1.0 - 1.5 Kg / cm^2	NO	MEDIANA	MODERADO	Regularmente habitable para Viviendas. Proteger las edificaciones contra inundaciones.
ZONA V	1.0 - 1.5 Kg / cm^2	SI	ALTA	MODERADO	Habitabilidad muy mala. Se debe destinar para zona de recración

MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN DE DESASTRES PRODUCIDOS POR SISMOS E INUNDACIONES

SITUACIÓN URBANA ACTUAL





LINEAMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE EXPANSIÓN

LEYENDA :

- Dirección de la expansión sugerida
- Zona urbana que debería ser reubicada a la ZONA III y su lugar destinarla para áreas de recreación

“La Tierra Prometida” se encuentra asentada sobre las dunas. Es una zona de crecimiento urbano protagonizado por personas de bajos recursos. Corresponde a la Zona III.

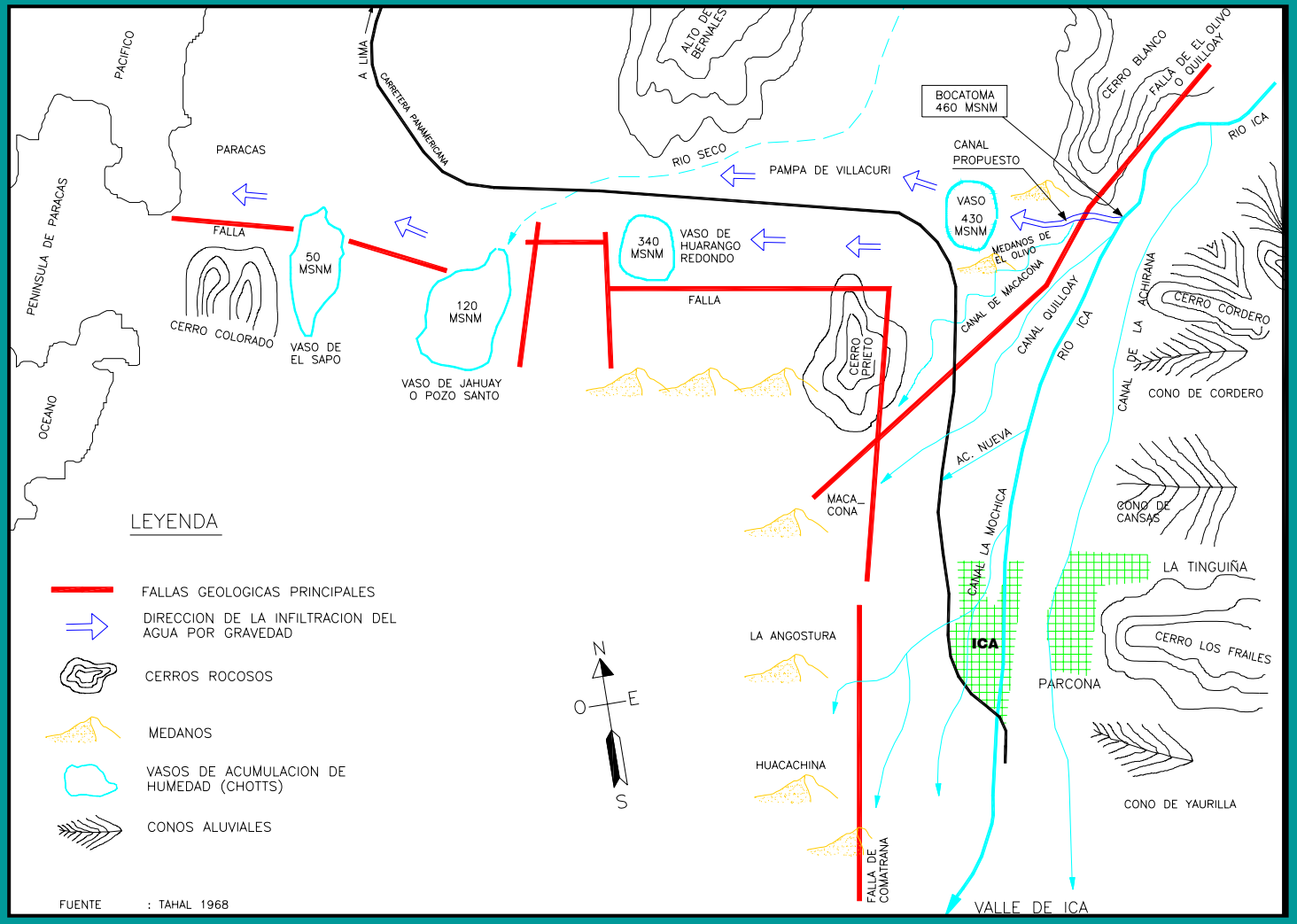
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

CONSTRUCCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

OBRAS DE DEFENSA RIBEREÑA

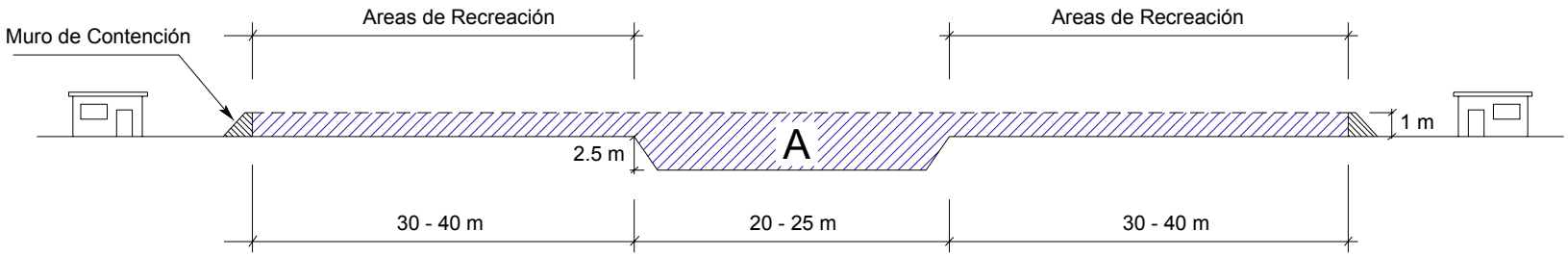
- Obras de Protección en las Quebradas
- Construcción de un Desarenador en la Bocatoma La Achirana
- Obras de limpieza entre el Puente Socorro y el Puente Divino Maestro
- Construcción de Gaviones entre el Puente Cutervo y el Puente Divino Maestro

- Derivación de excedentes a las Pampas de Villacurí



- Limpieza de los Cauces de los Canales y Acequias

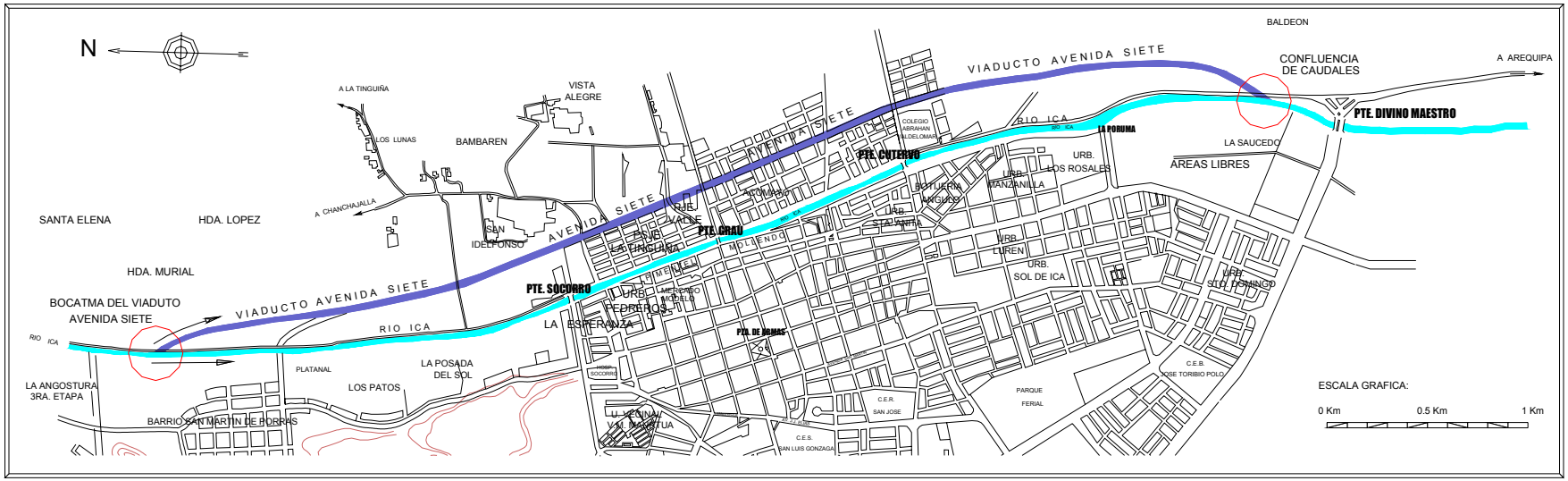
- Construcción de Muros de Contención entre el Puente Socorro y el Puente Cutervo



A : Sección Ampliada del Canal del Río Ica

OBRAS DE EDIFICACIÓN

- Construcción de un Mercado Mayorista
- Construcción de un Nuevo Terminal Terrestre
- Reconstrucción del Hospital Socorro
- Reconstrucción de Viviendas
- Construcción de Nuevos Puentes
- Construcción del Viaducto de la Avenida Siete



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En la ciudad de Ica ocurren frecuentemente sismos e inundaciones que provocan grandes daños debido a la intensidad con que éstos se presentan según lo demuestran los registros históricos. En caso de sismos, Ica ha soportado sismos con intensidad de X MMI y en cuanto a las inundaciones éstas han sucedido como consecuencia de grandes avenidas del río Ica llegando a 600 m3/s. de caudal

- El acuífero del valle de Ica cuenta con una potencia de 120 m el cual hasta mediados del siglo pasado llegaba muy cerca de la superficie manifestándose en algunos lugares de la ciudad como lagunas, pero la proliferación y explotación de pozos tubulares lo ha deprimido en unos 18 – 20 m debajo de la superficie, lo cual no es mucho en comparación de la potencia del acuífero

En la última inundación de enero de 1998 el nivel freático subió significativamente, prueba de ello es que la laguna Huacachina elevó el nivel de su espejo de agua, esta vez en forma natural y no artificialmente como se venia haciendo. Ello quiere decir que si se restringe la sobre explotación de pozos tubulares y si se mantiene al río Ica cargado permanentemente durante casi todo el año (Proyecto Tambo-Ccaracocha), es perfectamente posible que el nivel freático suba hasta colocarse cerca de los niveles en que se encontraba antes de la sobre explotación de los pozos.

- Los cálculos estadísticos sugieren que en la ciudad de Ica, sobre todo en los lugares cercanos a las márgenes del río, se van a inundar frecuentemente con una periodicidad de 5 a 8 años, corroborando así los estudios hechos por la misión Israelí Tahal.

- El antiguo cauce del río Ica justifica la transición entre las Zonas 1 y 3 de la zonificación geotécnica, ya que esta zona, la zona de transición, está conformada por suelos aluviales, arenas arcillosas y arenas limosas.

- Se puede concluir que la estrechez del cauce del río a su paso por la ciudad de Ica es uno de los puntos más críticos y contribuye a que se origine desbordes frecuentemente.

- Se ha visto que el desarrollo y expansión urbana de la ciudad de Ica se viene realizando en forma desordenada, manifestándose en dos tipos: el desarrollo vertical que se ha dado en el cercado de la ciudad y que ha contribuido además a la tugurizacion, y el desarrollo horizontal que se viene dando en la periferia de la misma sin control alguno; por otro lado la ciudad no cuenta con los lineamientos necesarios para poder protegerse de los embates naturales

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la colocación de una o más estaciones meteorológicas en las quebradas de Ica que permitan obtener información acerca de las precipitaciones y aforos y con una comunicación fluida e instantánea, lo que permitirá en lo posible predecir la ocurrencia de eventos extraordinarios, así como también dar la alarma ante una eventual inundación.

- Se debe construir también un nuevo canal del río, reemplazando al que existe, con una pendiente de 3.5 % lo que evitará la sedimentación acelerada en el lecho del río.

- Es recomendable la reubicación de los moradores de las riberas del río Ica, pero a su vez se deben de prever sus consecuencias en términos de empleo o interacción social.

RECOMENDACIONES

- Se debe desarrollar un programa educativo para hacer conocer a los pobladores las áreas donde no es conveniente edificar sus viviendas y el peligro que significa ubicar los poblados en zonas críticas, ya que se ha observado casos de gente que se instala en áreas criticas a sabiendas del peligro existente con el fin de exigir luego al gobierno su reubicación.

- A pesar de no tener datos de campo ubicados en las cercanías de la laguna Huacachina, es muy probable que el suelo en esta zona sea potencialmente licuable dado que se encuentra en la Zona III de la microzonificación que corresponde a suelos eólicos pobremente graduados, y además cuenta con flujos subterráneos, por lo que se recomienda realizar investigaciones al respecto. Esto es importante si se toma en cuenta que la laguna Huacachina es un lugar turístico de importancia.

- En general, los suelos de la ciudad de Ica son suelos blandos y sueltos por lo que les corresponde periodos de vibración largos, en tal sentido se recomienda que las construcciones de albañilería cuenten en lo posible con igual densidad de muros en ambas direcciones y en estructuras de concreto armado estas deberán tener periodos de vibración cortos.