

ESTUDIO DEL BIOCLIMA Y DE LA VIVIENDA RURAL

TRADICIONAL EN EL NOROESTE ARGENTINO

Saravia, L*, Lesino, G., Requena, R., Cardón, L., Gramajo, C.
Jimenez, E., Guerrero, P., Fontanilla, E., Castro Padula, L. y Falú, R.

Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO)
Universidad Nacional de Salta
4400 - Salta - Argentina

RESUMEN

El Grupo de Energía Solar de la Universidad Nacional de Salta ha emprendido un estudio sistemático sobre el acondicionamiento solar de edificios en el Noroeste Argentino a nivel rural y semirural, con la financiación de la Secretaría de Urbanismo y Vivienda de la Nación. A través de él se determinarán las zonas de la región en las que se pueden utilizar distintos sistemas de acondicionamiento natural y se cumplirán las etapas de diseño, construcción y ensayo de prototipos que incorporen dichos sistemas. En una primer etapa se ha recogido y elaborado información sobre la situación actual de la vivienda rural tradicional así como sobre las condiciones climáticas. En este trabajo se describe el material recopilado y los procedimientos de análisis.

1. INTRODUCCION

La Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda de la Nación y la Universidad Nacional de Salta han firmado un convenio a través del cual la primera financia un estudio sobre la utilización de la energía solar en la vivienda rural y semirural para el Noroeste Argentino, el cual es llevado a cabo por el Grupo de Energía Solar de la Universidad.

La duración del estudio es de 54 meses y las principales etapas que comprende son:

- 1) estudio bioclimático de la región
- 2) estudio de la vivienda rural tradicional en el NOA

* Investigador de CNIE

- 3) división de la región en zonas con características propias en lo que se refiere al uso de los distintos tipos de sistemas de acondicionamiento natural
- 4) estudios de los materiales de construcción de posible uso a nivel rural en conjunto con sistemas solares*
- 5) determinación de los prototipos a construir en las distintas zonas con el fin de ensayar los sistemas solares y los distintos tipos de material
- 6) construcción y ensayo de los prototipos
- 7) diseño final de las propuestas para las distintas zonas.

Las dos primeras etapas han comenzado a ser ejecutadas en octubre/80. El presente trabajo tiene como objetivo informar sobre los resultados obtenidos con el fin de que las personas interesadas conozcan el tipo de material que se ha recopilado y elaborado. Dada su extensión, no será posible incluirlo en forma sistemática en esta publicación, por lo que se dará una explicación general pudiendo solicitarse a los autores información más detallada.

En lo que se refiere a la primer etapa, debe indicarse que existen algunos trabajos de análisis bioclimáticos para todo el país (1). La geografía del NOA es muy complicada y el estudio se realizará con un detalle mayor que el existente. Los datos recogidos son elaborados de manera que permitan llevar a cabo la 3er. etapa es decir, la determinación de las zonas con características propias desde el punto de vista del acondicionamiento de las viviendas por métodos naturales. A nivel internacional se han encontrado dos trabajos con el mismo enfoque general, uno en la región de California, EEUU (2) y otro en el valle de Tennessee EEUU (3).

La experiencia recogida a través de ellos, especialmente el segundo, ha

sido de mucha utilidad para encarar este estudio.

La realización de la 1er. etapa comprende los siguientes puntos: obtención de los datos meteorológicos y organización del archivo que los contiene, tratamiento de los datos para extraer y sistematizar la información obtenida para facilitar su uso por parte de los posibles interesados.

El estudio de situación de la vivienda rural tradicional se apoya en una metodología que divide a la región NOA en las grandes áreas naturales con sus áreas productivas, localizando en ellas asentamientos humanos cuya concentración no exceda las 500 personas y que no cuente con contrales de servicios públicos. Los ocupantes de las viviendas rurales se encuentran involucrados en actividades agropecuarias y mineras principalmente. Las viviendas a describir serán caracterizadas por informantes calificados y por observaciones directas efectuadas por personas con suficiente juicio crítico debido a la imposibilidad de realizar un censo o un muestreo estadístico.

2. DATOS METEOROLOGICOS DE LA REGION

La primer actividad en relación con la etapa de análisis bioclimático ha sido la de obtener y organizar en un sólo archivo la mayor parte de los datos meteorológicos existentes sobre la región.

Dado que resulta importante la variación a lo largo del día de algunos de los parámetros meteorológicos, se decidió recoger valores para 4 horas de cada día: 02, 08, 14 y 20 horas. Se piensa que ello es suficiente para los propósitos del trabajo y permite disminuir sensiblemente la cantidad de datos almacenados. Debe indicarse que en muchas estaciones sólo se recogen observaciones para 3 horas, por lo que en ellas no se dispone del dato para la hora 02. Los parámetros que se han tenido en cuenta son: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo o humedad relativa (según la estación), temperatura de bulbo seco máxima y mínima, heliofanía diaria, velocidad y dirección del viento y velocidad media diaria del viento, los que constituyen 21 valores por día.

La lluvia no fue tomada en cuenta de

bido a que existe un trabajo muy completo al respecto realizado recientemente por el INTA-Salta (4) para todo el NOA.

Ha sido intención de los autores recoger datos correspondientes a un período de diez años, en lo posible de la década 1970-1980. En la realidad lo obtenido ha sido más heterogéneo, tanto en lo que tiene que ver con el período como en el tipo de datos (faltan algunos en muchos casos) y su calidad.

A través de distintos convenios, se han logrado reunir los datos disponibles en las siguientes instituciones: Servicio Meteorológico Nacional, Agua y Energía Eléctrica, Estación Obispo Colombes de la Provincia de Tucumán, Dirección General Agropecuaria de la Provincia de Salta y Red de Medición de la Radiación Solar, formando un total de 78 estaciones con datos diarios. Debido a su extensión no se incluye una lista detallada, pero en la tabla I se resumen algunos datos de interés.

Tabla I. Datos de las estaciones suministrados por las diversas Instituciones.

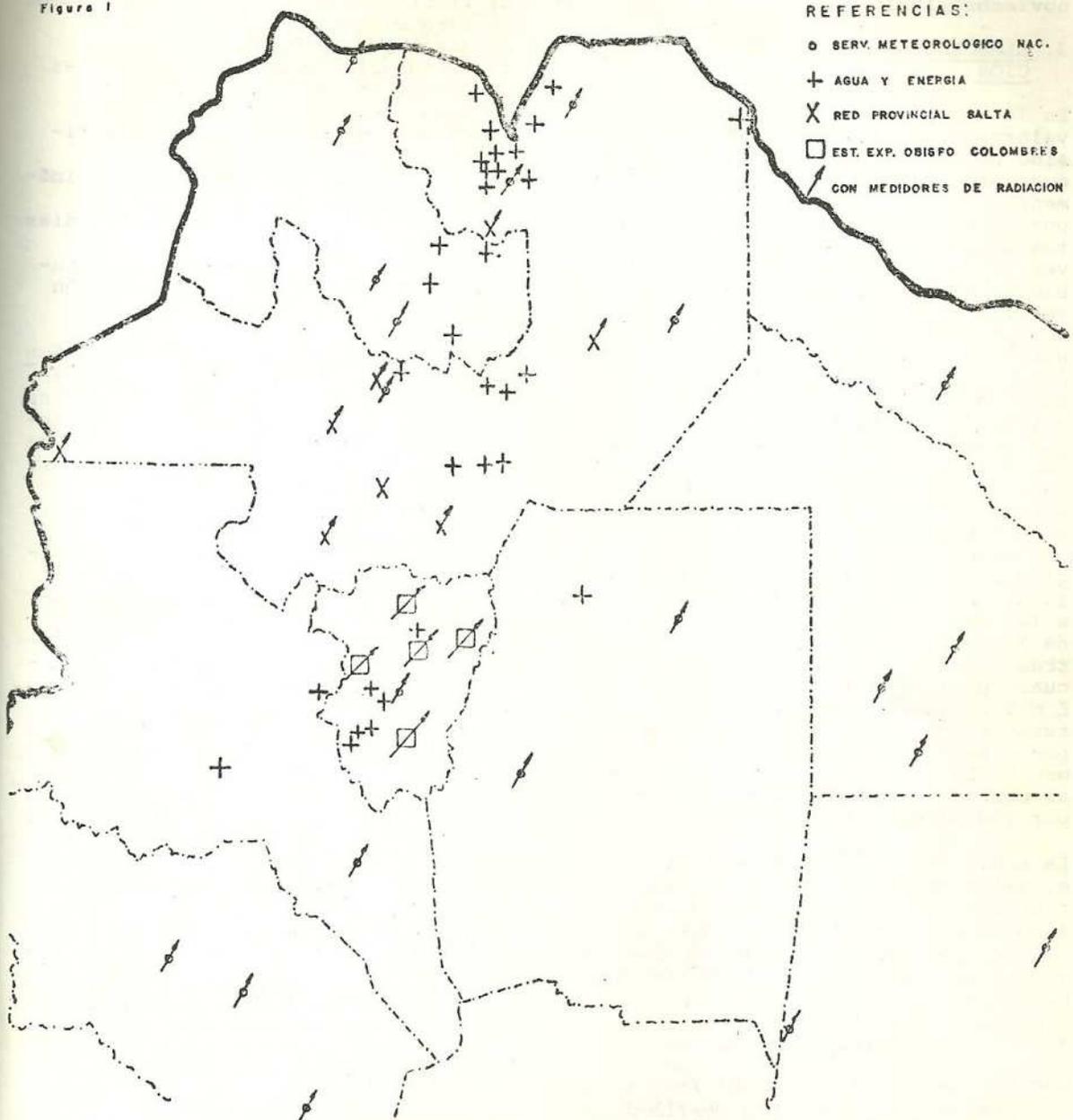
Inst.	Nº de Est.	Años Disp.	Medio
S.M.N.	29	68/78	cinta mag.
A y EE	31	70/80	tablas
Tucumán	6	75/80	tablas
Salta	7	74/80	tablas
Red	5	79/80	tablas

Los datos ya estaban elaborados, con excepción de los de radiación para los cuales se debieron realizar los arreglos necesarios para llevar a cabo el procesamiento de las fajas de radiación.

El Servicio Meteorológico Nacional dispone de los datos para otras estaciones con fechas anteriores a 1970. Dado que son de acceso más difícil debido a la forma en que están archivados, y que no son simultáneos con los otros, sólo se han recogido datos mensuales medios, los que serán de utilidad en regiones donde sean escasas las estaciones mencionadas anteriormente.

DISTRIBUCION DE ESTACIONES METEOROLOGICAS EN EL NOA CON DATOS DIARIOS

Figura 1



Las estaciones de Agua y Energía Eléctrica corresponden a estaciones de aforo sobre distintos ríos. Ello las hace particularmente interesantes ya que complementan las otras estaciones, situadas en poblaciones.

El conjunto de datos: 21 datos por

día durante 3650 días para 80 estaciones, es grande, del orden de 6000000 de valores, por lo que se hizo necesario organizar un archivo en computadora. Se ha utilizado una computadora PDP 11/03 del Grupo de Energía Solar, almacenándose los valores en disquetes de 8 pulgadas y simple densidad.

Hasta el momento han entrado en archivo más del 50% de todos los datos, esperándose completar este trabajo en noviembre/1981.

3. ELABORACION DE LOS DATOS DE RADIA- CION

En la mayor parte de los casos, los valores disponibles de radiación han sido obtenidos con piranógrafos, los que están sujetos a errores relativamente grandes. Esto fue comprobado por inspección de algunos de los datos disponibles. Con el fin de resolver estos problemas dentro de lo posible se ha procedido a comprobar los valores disponibles por comparación con la radiación de día claro obtenida teóricamente.

Como método de cálculo teórico se ha utilizado el método de Page (5) el que necesita datos de latitud, altura, humedad absoluta y turbidez de la estación. La turbidez es el único parámetro que debe ser estimado. A esos efectos se utilizan datos de una estación que se consideren confiables debido al método de medida utilizado. En nuestro caso se ha recurrido a las estaciones de la Red de Medición de Radiación Solar, habiéndose encontrado que un valor de $\tau = 0,13$ es adecuado para alturas menores de 1000 m. $\tau = 0,05$ resulta conveniente para alturas de más de 3000 m y $\tau = 0,10$ puede ser utilizado en la zona intermedia. La región no muestra efectos de cambio de turbidez a nivel local por industrialización.

La media anual de la relación entre el valor teórico y el experimental constituye el factor de corrección a aplicar a cada estación, que varía de 1,6 a 2,0 en 5 años en Cachi y de 1,06 a 1,1 en 8 años en Tucumán.

4. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Con el fin de que los datos recogidos sean de utilidad para un estudio bioclimático, ellos deben ser elaborados extrayendo una síntesis de toda la información. A esos efectos se ha preparado el siguiente conjunto de programas de computación:

- a) medidas mensuales de temperaturas máximas y mínimas, amplitud térmica diaria, humedad relativa, humedad relativa máxima y mínima, heliofanía, radiación
- b) valores máximos y mínimos absolu-

- tos de temperatura
- c) grados-guías mensuales para distintas bases de temperatura
- d) frecuencias de valor y orientación de vientos
- e) diagramas de Olgyay
- f) frecuencia de secuencias de días nublados, seminublados y claros
- g) relación radiación-heliofanía
- h) cálculo de radiación en superficies inclinadas
- i) determinación de secuencias climáticas características
- j) correlación de temperaturas medias con altura y latitud
- k) análisis en componentes principales normalizadas para interpolación espacial.

Los valores disponibles de los parámetros de interés deben ser extrapolados a toda la región con el fin de establecer las distintas zonas características. En aquellos casos en que se disponen de suficientes estaciones se puede utilizar un análisis en componentes principales normalizados (6).

De lo contrario, se trata de introducir correlaciones ya sean cualitativas o cuantitativas, con otros parámetros. Así por ej., en el caso de temperaturas medias existe una correlación aceptable con la latitud y altura. En el caso de la radiación los valores de heliofanía medidos pueden extenderse a la región sobre la base de los accidentes orográficos y datos de nubosidad y lluvias.

La variación espacial de los datos es volcada sobre planos a escala 1/500000, necesitándose once de ellos para cubrir la región. A título de ejemplo, la Fig. 2 muestra zonas de radiación para el mes de junio en las cercanías de Tucumán.

5. PRESENTACION DE LOS DATOS ELABORADOS

Los datos elaborados son presentados en tres tipos de archivo, cada uno de los cuales contiene distinto tipo de información y presta diferentes servicios. Ellos son: a) Atlas Solar; b) Compendio Solar Mensual; c) Archivo Solar Diario.

El Atlas Solar Diario contiene mapas con curvas de igual valor de los distintos parámetros para diferentes épocas del año, permitiendo tener una idea general de su variación espacial y dando la posibilidad de realizar interpolaciones en localidades donde

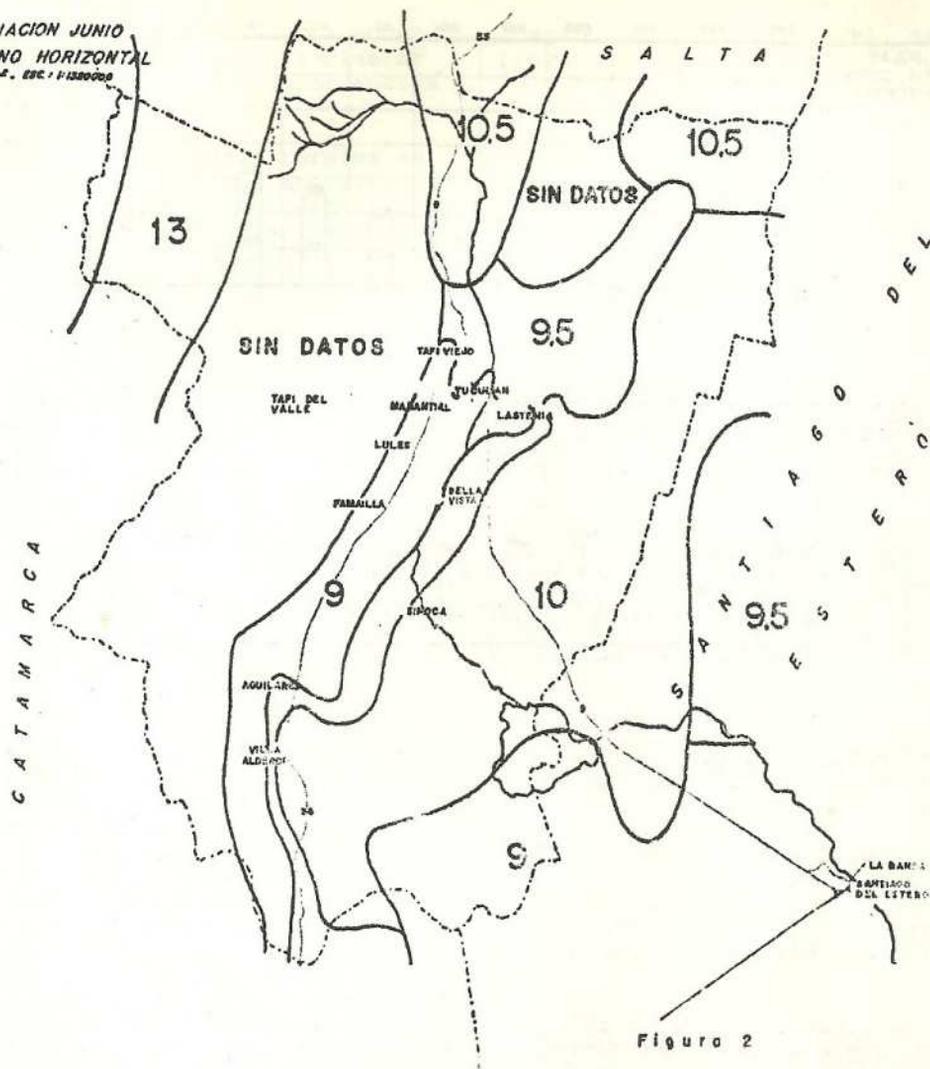


Figura 2

no se dispone de valores. La Fig. 2 es un ejemplo de ello. El Compendio Mensual contiene los promedios mensuales de todos los parámetros disponibles para las estaciones más importantes. Para facilitar la comparación se los presenta en forma gráfica, mostrándose un ejemplo en la Fig. 3. El Compendio permite el acceso a datos cuantitativos detallados con el fin de realizar cálculos térmicos basados en promedios mensuales. Finalmente, el Archivo Diario contiene datos diarios y horarios permitiendo un análisis de detalle de la evolución térmica de un edificio mediante métodos computacionales. Este Archivo está disponible en disquetes magnéticos.

6. VIVIENDA RURAL EN EL NOA

A) La evaluación y síntesis del estado de situación de la vivienda rural y semirural en las provincias que integran el Noroeste Argentino parte de la premisa que la disponibilidad de recursos económicos, humanos, materiales y de tiempo imposibilitan la realización de un censo o un muestreo estadístico de aquéllas. Asimismo se ha descartado el método de encuestas por correspondencia por considerarlo de muy baja eficiencia. La metodología que se ha adoptado es la siguiente:

1. En principio se ha dividido la región en las grandes áreas naturales que la conforman ya que la vegetación constituye un índice muy exacto de la naturaleza, del suelo y del clima de una región determinada resultando el exponente más claro de las posibilida-

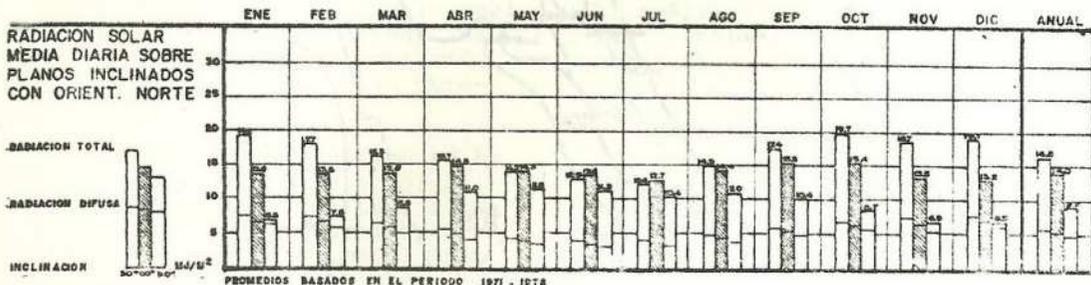
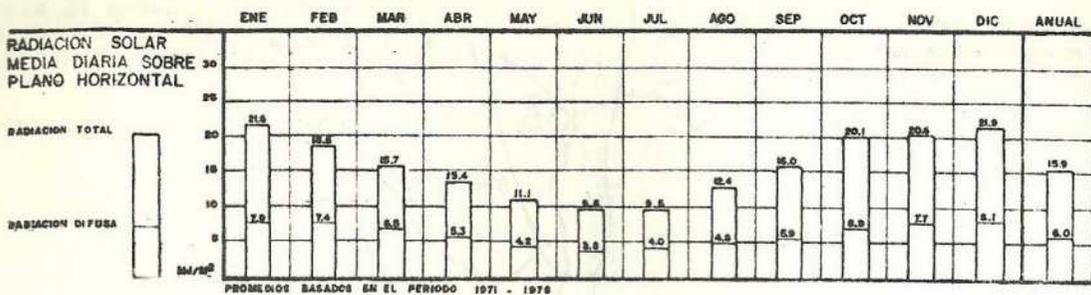


Figura 3

des que ofrece para la agricultura para la ganadería e incluso para la vida del hombre.

2. En estas áreas naturales se caracterizan y delimitan sus áreas productivas agropecuarias, mineras, teniendo en cuenta la información complementaria de tipo climática, de suelos y social.

3. Dentro de cada área natural se seleccionaron algunas zonas productivas y en ellas a su vez, algunas localidades consideradas más aptas y representativas para los fines del estudio teniendo especialmente en cuenta el aporte de:

- 3.1. Informantes calificados.
- 3.2. Censos y bibliografía.
- 3.3. Observaciones directas realizadas por elementos capacitados con suficiente juicio crítico.

En esta primera aproximación, se describen las viviendas más características así como los aspectos sociales más importantes.

4. Dado que el criterio habitual de 2000 habitantes de población por el cual el grupo de viviendas se considera rural o semirural no resulta adecuado en este caso, se ha decidido adoptar los siguientes criterios

de clasificación:

- 4.1. Espacio urbano al que contiene una aglomeración humana, donde la tierra está amanzanada y subdividida en parcelas edificadas o no dedicadas a actividades diversas con exclusión de las del sector primario.
- 4.2. Espacio no urbano a aquél que contiene un asentamiento poblacional disperso que presenta condiciones naturales aptas para el desarrollo de actividades primarias.
- 4.3. Espacio rural intraurbano (semirural) a aquél correspondiente al entorno de las áreas urbanas en donde se encuentra mezclada la utilización del suelo rural con los usos urbanos, tales como son las huertas, viveros, granjas, criaderos, mataderos, etc.
- 4.4. Centrales de servicios públicos a las usinas, plantas potabilizadoras y depuradoras de agua, planta de gas, centrales telefónicas, de correos, etc., redes de gas, alumbrado público, etc.

En base a ello surge el umbral de 500 habitantes por comunidad pero para considerarlo rural y semirural no debe contar con centrales de servicio públi

co. El estudio incluye espacios no urbanos dentro de explotaciones mineras con un número de habitantes por encima de los 500 pobladores.

Los ocupantes de viviendas rurales se encuentran involucrados en actividades agropecuarias y mineras principalmente, situación que permite adaptar la integración "ocupante-vivienda" y su entorno natural. El campesino "conoce la apariencia del cielo, del aire y del paisaje y las modificaciones que el mismo sufre durante el día y a lo largo de las estaciones. Todo esto lo incluye en lo que él llamaría su propio ambiente" según lo manifestado por Holdridge.

B) La duración de las tareas se estima en ocho meses en cuyo transcurso se lograrán las metas siguientes, parte de las cuales ya se han llevado a cabo:

1. Determinación y descripción de las grandes áreas naturales del NOA.

2. Caracterización y delimitación, para cada área, aquellas productivas, agropecuarias y mineras con obtención de información bibliográfica y la consulta y verificación con informantes calificados.

3. Selección de las áreas y localidades productivas donde se estudian las viviendas teniendo en cuenta la importancia social y económica, número de explotaciones, disponibilidad de información, acceso y comunicación.

4. Determinación de las características a registrarse de las viviendas mediante formularios al efecto.

5. Observación directa de las viviendas y registro de la información, previa selección de aquellas y entrenamiento de equipo humano para el trabajo de campo.

6. Procesamiento final de la información.

C) Los datos parten de una profusa bibliografía sobre los tópicos áreas naturales, vivienda rural y natural, explotaciones predominantes agropecuarias regionales, superficies de áreas, población y ocupación de su territorio, tamaño de explotaciones, forma de tenencia, tipo de cultivo, etc. La consulta y verificación prosiguen con informantes calificados que incluye estaciones experimentales y agencias de extensión del INTA, Universidades e

Institutos de Tercer Nivel, organismos provinciales y nacionales, entidades religiosas, clubes, cooperativas y organismos municipales.

D) Los recorridos y recopilación de datos de toda la región con el cruzamiento de la información permite la verificación del estado de situación, la aplicación de un criterio uniforme de evaluación, suprimiendo variables y homogeneizando el procesamiento en una primera instancia de tipificación.

La bibliografía consultada alcanza a casi 100 publicaciones, con la inclusión de datos estadísticos de los censos de los años 1960, 1970 y 1980. Las cartas geográficas utilizadas son las 11 del NOA y los mapas empleados corresponden a publicaciones del Automóvil Club Argentino, ESSO S.A. Petrolera Argentina y al IGM. Asimismo la lectura de las fotos satelitarias "LANDSAT" ha permitido elaborar más cuidadosamente la información de las áreas naturales.

En cuanto al número de informantes calificados encuestados superan las 40 personas, perteneciendo en las etapas cumplidas a la fecha, a las provincias integrantes del Noroeste y a otros que por la naturaleza de las funciones o especialidades están radicados fuera de la región.

E) La confrontación de las características más salientes de las viviendas del medio rural y semirural observadas en base al programa de visitas elaborado define tipologías cuyos parámetros fundamentales están integrados por la masa edificada, en material predominante, sea natural o fabricado, y la configuración adoptada. Este trabajo permite apreciar un carácter más representativo de la tipificación que el que relatan los trabajos preexistentes, pero se entiende que ello es debido a que resumen los condicionantes que puedan ser de utilidad para el uso de materiales locales y recursos naturales climáticos para acondicionar viviendas con el empleo de la energía solar.

Las áreas definidas para el presente trabajo son 4 recibiendo la siguiente denominación: Puna, Valles Áridos, Faldeo y Llano Chaqueño. Su número resulta menor que el de las regiones ambientales detectadas para el programa CONHABIT/GESPLAN. Las pautas tenidas en cuenta han sido: condiciones naturales, climáticas, altura, productivi-

dad y densidad.

A diferencia de trabajos anteriores se ha excluido como elemento definitorio de la tipificación la superficie cubierta, en cuanto a cantidad, pero no así en calidad ya que la configuración que adopta la vivienda es tenida en cuenta. De este modo la masa edificada, de fundamental importancia para el enfoque energético se caracteriza en dos parámetros: pesada con masa (M) y liviana, con escasa o poca masa (L). Teniendo en cuenta el espacio ocupado, sea construido o delimitante de alguna función habitacional, se definen tres agrupamientos diferentes: cerrado, semicerrado y abierto.

En relación con los materiales correspondientes de la vivienda se ha resumido la clasificación en cinco variedades: multivariado, fábrica, piedra, adobe y quincho.

Se combinan los parámetros según configuración, masa edificada y materiales para cada una de las 4 áreas determinadas.

El tratamiento de los datos de población rural ha tenido como fuente principal el censo de 1960, en parte por el hecho de que las áreas rurales en los dos decenios posteriores registran una migración negativa y el balance resulta equilibrado para toda la región. Siguiendo el concepto de umbral de 500/400 habitantes por comunidad y luego de sucesivos cruzamientos de los datos se detectan 74 localidades, pero atendiendo a la imposibilidad natural de su estudio pormenorizado se han seleccionado para la encuesta y entrevista con informantes calificados 19 localidades utilizando para dicho fin el criterio de densidad representativa y número de áreas determinadas. Así surgen como necesarias las consultas para definir la caracterización de su producción predominante, importancia social y económica, número de explotaciones, acceso, comunicaciones e infraestructura en cuanto a la localidad y en cuanto a la vivienda materiales, salubridad, ocupantes, número y distribución de ambientes, orientación e instalaciones de cada vivienda, masa edificada, configuración y porcentaje sobre total de viviendas. Las localidades seleccionadas en esta etapa de trabajo son las siguientes: Yavi, El Moreno, Yuto, Coranzuli de Jujuy; Campo Durán, El Potrero, Tolar Grande y Hickman de Salta; Tónica Pampa, Los Puestos y Piedrabuena de Tucumán, Antofagasta

de la Sierra, Carranza y Pomarcillo de Catamarca y Urutaú, Palo Negro, Pozuelo Los Linares y Vilme de Santiago del Estero.

7. REFERENCIAS

(1) Clasificación Bioclimática de la Argentina NORMA IRAM 11603, Bs. As. 1978.

Regiones Climáticas de la Argentina, Resumen 10, Bouwcentrum Argentina, INTI, Bs. As. 1976.

(2) D. Bainbridge Proc. of the AS/ISES, p. 475, vol. 2.1, 1978.

(3) P.I. Finsen and R.C. Beebe Proc. of ISES Congress, Atlanta GA, May 1979.

(4) A. Bianchi, Publicación EERA Salta, INTA, Departamento Recursos Naturales, 1980.

(5) J.K. Page et al. Proc. of the AS/ISES, Arizona, vol. 3.2, p. 1429, 1980.

(6) C.J. Willmott and M.T. Vernon, Solar Energy, p. 295, 3, 24, 1980.