

## nave de montaje Volkswagen

D. BORNHORST, arquitecto  
Colaborador: P. NEUBERGER

132-47

### sinopsis

Para el montaje de los coches Volkswagen destinados al mercado venezolano, se ha construido una gran nave dotada de todos los servicios necesarios: pintura, engrases, aparcamiento de los vehículos terminados, etc.

La elección del lugar más apropiado para la situación de la nave y edificios anexos fue motivo de un detenido estudio, en el que la proximidad a zonas industriales, clima, fácil entrada de materiales procedentes de ultramar y salida para los acabados, fueron los factores decisivos. Definitivamente se eligió un solar en las cercanías de Morón, del departamento de Carabobo, y próximo al mar.

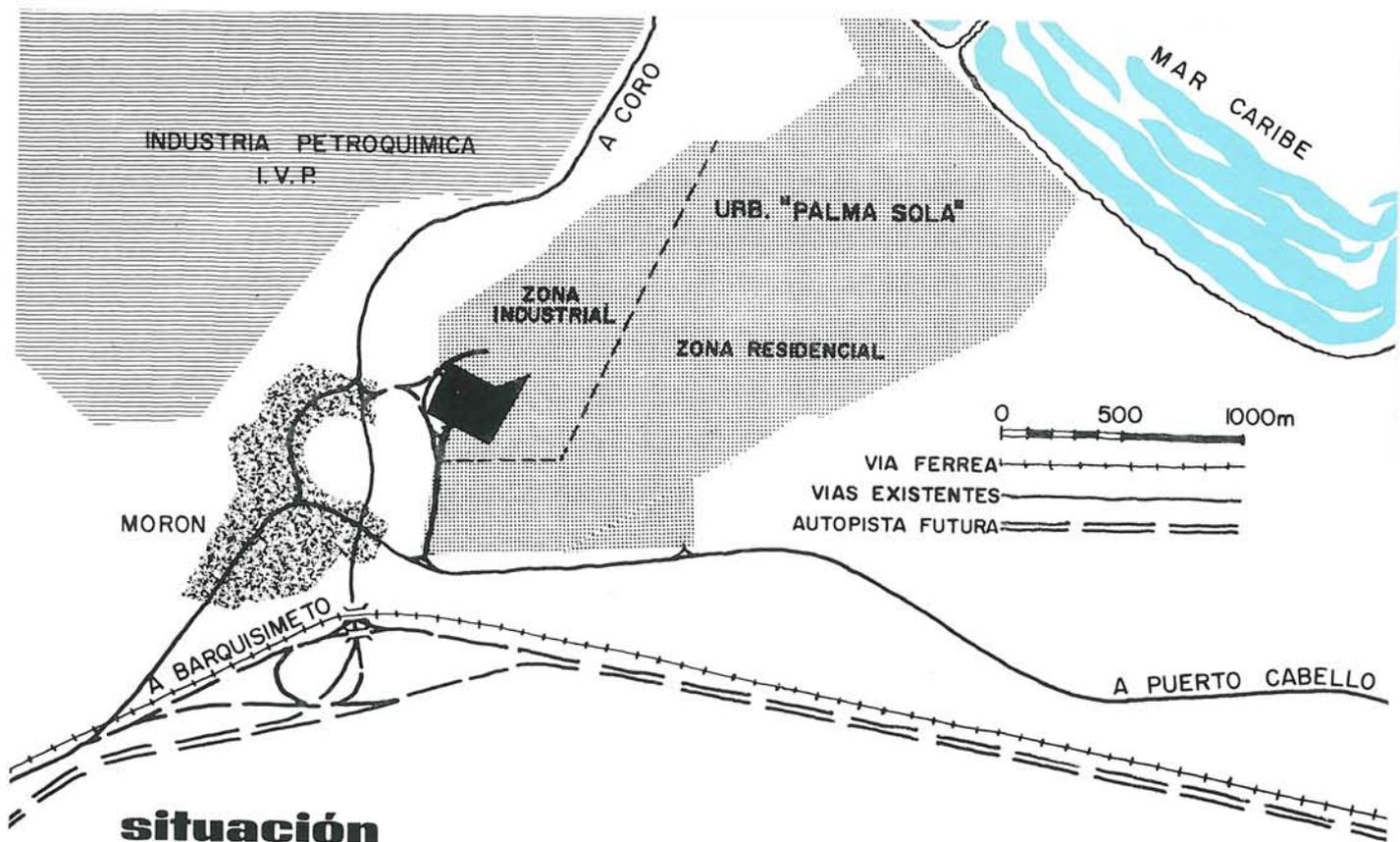
Lo más notable es la cubierta de la gran nave, formada por una serie de láminas parabólico-hiperbólicas de hormigón armado, de planta rectangular, inclinadas ligeramente hacia el norte para formar un perfil en diente de sierra.

Cada una de estas láminas se soporta por un montante central.

Los huecos que dichos dientes de sierra dejan se han aprovechado para la ventilación.

Los cerramientos se han realizado con materiales que forman celosías, consiguiendo así mejorar la ventilación.

Venezuela



**situación**

### **Consideraciones generales - ubicación**

Recientemente se ha terminado la construcción de la nave de montajes de automóviles Volkswagen en la zona industrial de la Urb. Palma Sola, Morón y Edo, en el Departamento de Carabobo. Para la elección de esta ubicación ha prevalecido la estructuración favorable de la región industrial Puerto Cabello-Morón.

El hecho de encontrarse diversas industrias importantes como la Petroquímica, la Refinería de la Mobil, la Venepal y otras medianas y pequeñas dispersadas sobre esta amplia zona de Puerto Cabello-Morón, comunicada por ferrocarril con el puerto y por excelentes carreteras con el interior del país, ha cristalizado en la formación de toda una región industrial no saturada, que aún retiene buenas reservas de material humano, excelentes perspectivas y grandes posibilidades de desarrollo. El 75 por 100 del mercado de automóviles Volkswagen se encuentra dentro de un radio de 250 km. Esta zona dispone de buenas carreteras, y las vías de suministro de materiales son favorables. También se consideró la ventaja de aprovechar en la vecina Urbanización Balneario Palma Sola las facilidades de recreo existentes, asegurando así un favorable ambiente de trabajo.

Estas amplias zonas de esparcimiento y habitación barata a corta distancia, tanto para los empleados como para los obreros, aseguran estabilidad y rendimiento del personal. En el estudio general de planificación de este sector se incluyó una zona de viviendas para obreros, en la cual ya se construyeron las diez primeras.

El terreno, llano, de unos 82.000 m<sup>2</sup>, se encuentra en el terminal de la autopista Caracas-Valencia-Morón.

La ubicación privilegiada del conjunto de la nave y anexos dentro de un gran parque con extensas superficies de grama, rodeada por amplias zonas de bosques, garantiza un aire fresco, libre de polvo e impurezas, factor este último de suma importancia, tanto para el proceso industrial como tam-

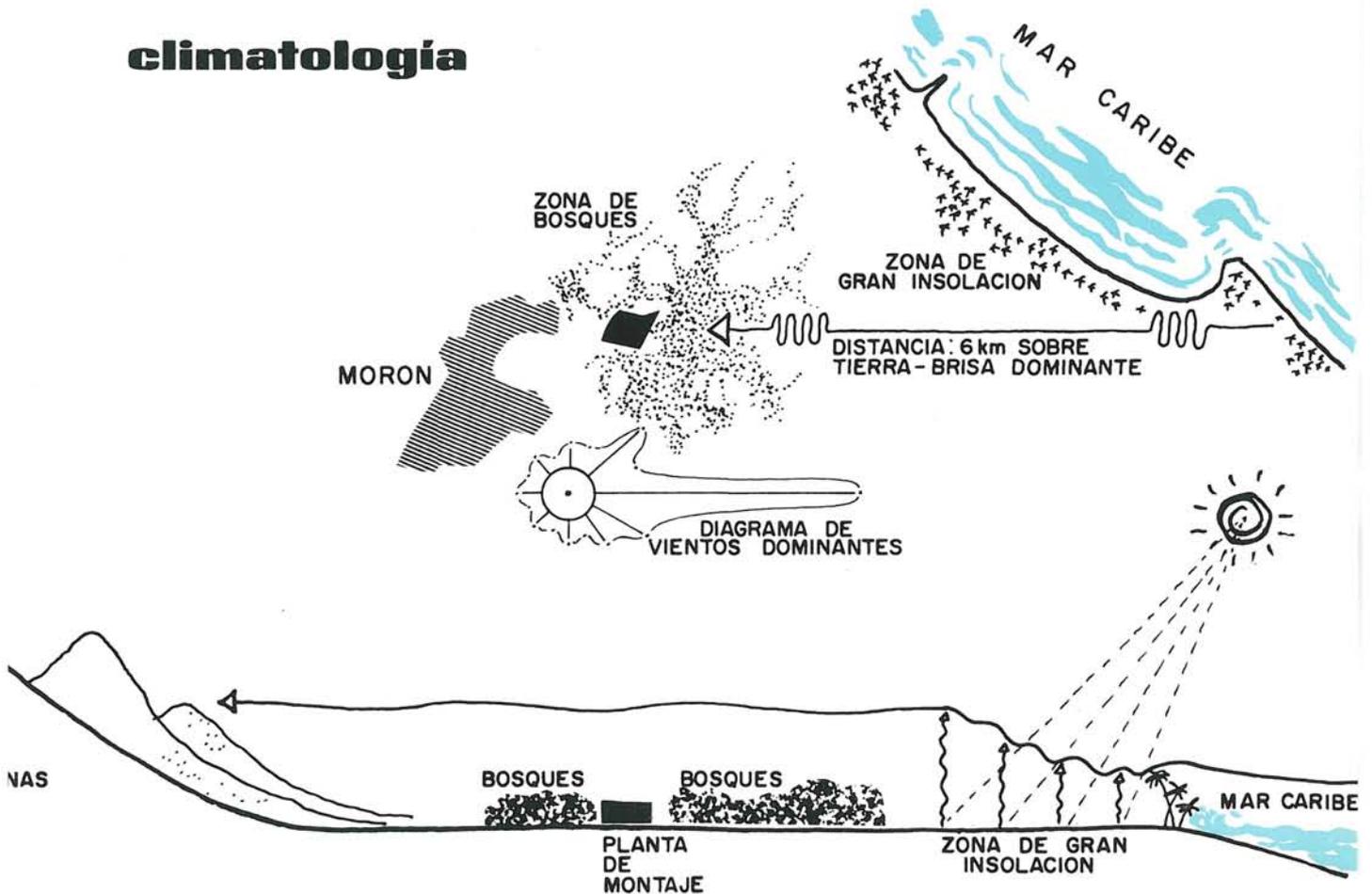
bién para las condiciones generales de trabajo. Al proyectar el conjunto se dio especial énfasis a la creación de un ambiente de trabajo altamente satisfactorio, que lo distingue de otras construcciones industriales conocidas. No se puede negar la importancia de la impresión psicológica que la arquitectura causa en los trabajadores y empleados. Un ambiente de alto valor estético tiende a crear en el productor un sentido de orgullo y responsabilidad que se refleja en un trabajo de mayor precisión y, por ende, superior calidad.

**climatología**

Una de las observaciones más comunes de personas que no han visitado el lugar y la planta Volkswagen es la posibilidad de corrosión por su proximidad al mar.

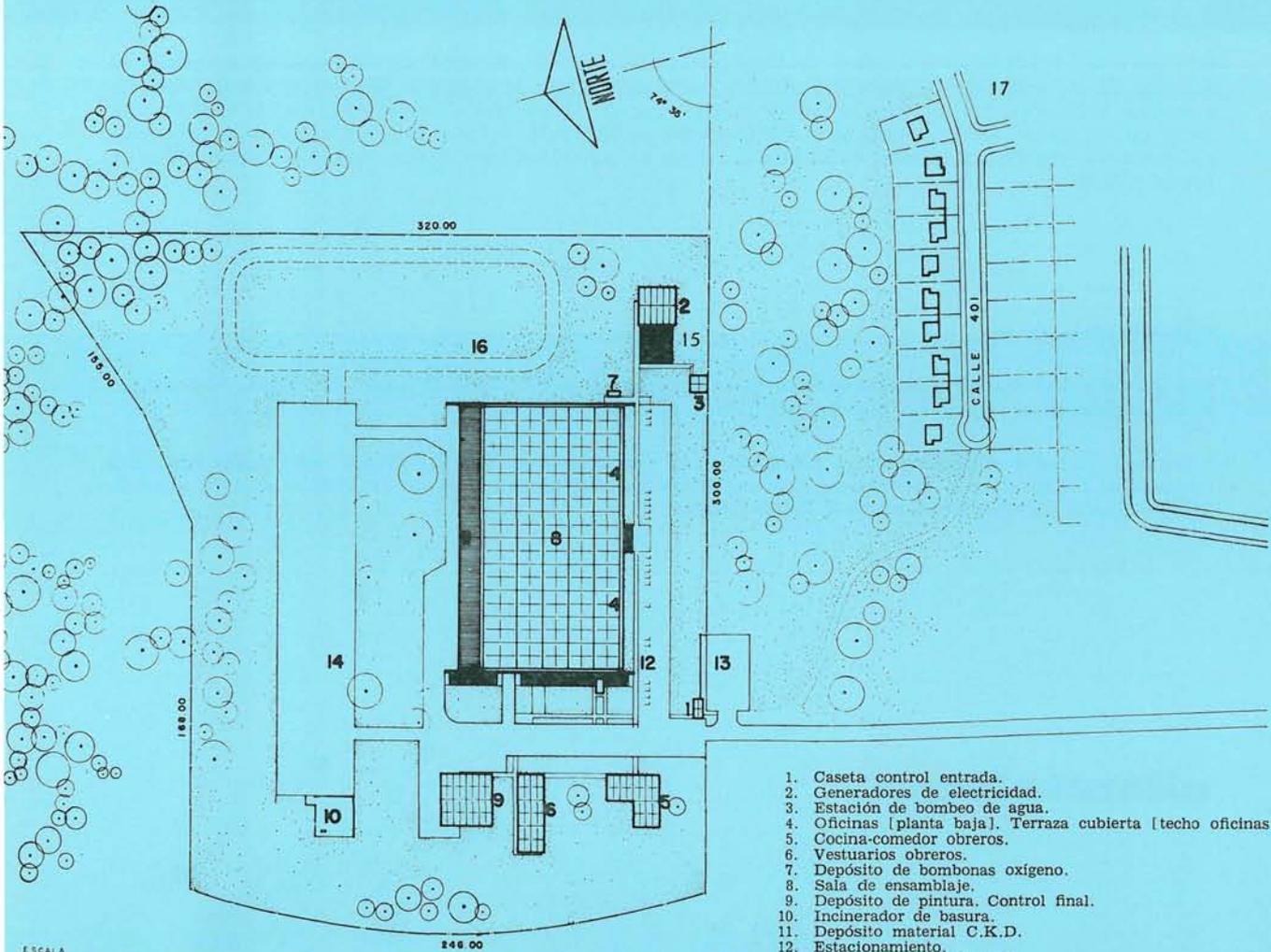
El terreno se halla, efectivamente, a 6 km del mar, según la dirección del viento dominante, pero está rodeado de amplias zonas de bosques. La atmósfera así creada está libre de los efectos nocivos observados en otras industrias próximas a la orilla del mar.

**climatología**



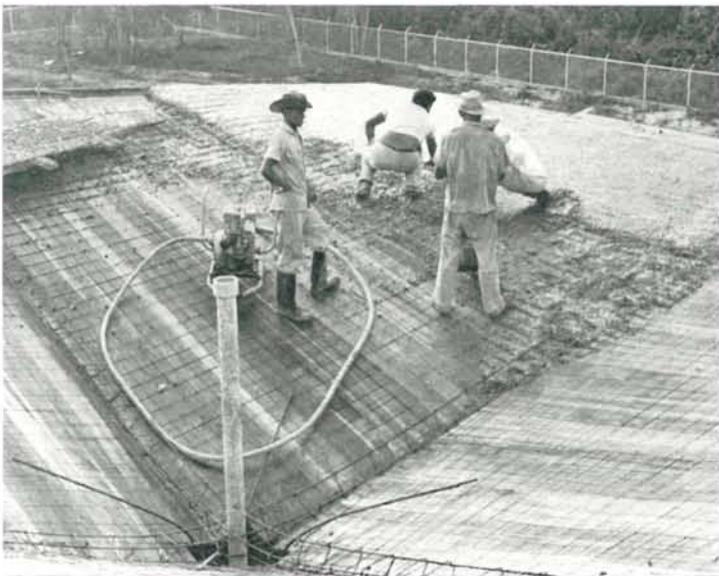
**corte esquemático**

# planta general

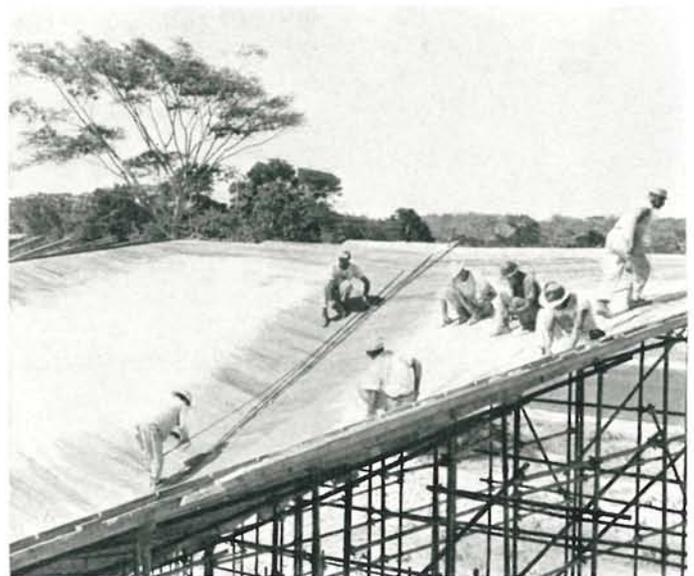


ESCALA  
0 10 20 30 40 50  
METROS

1. Caseta control entrada.
2. Generadores de electricidad.
3. Estación de bombeo de agua.
4. Oficinas [planta baja]. Terraza cubierta [techo oficinas].
5. Cocina-comedor obreros.
6. Vestuarios obreros.
7. Depósito de bombonas oxígeno.
8. Sala de ensamble.
9. Depósito de pintura. Control final.
10. Incinerador de basura.
11. Depósito material C.K.D.
12. Estacionamiento.
13. Estacionamiento exterior.
14. Estacionamiento unidades terminadas.
15. Depósito de agua abierto.
16. Futura pista de pruebas y campo deportivo.
17. Viviendas.



Encofrado de un paraboloido.



Armaduras de los paraboloides.

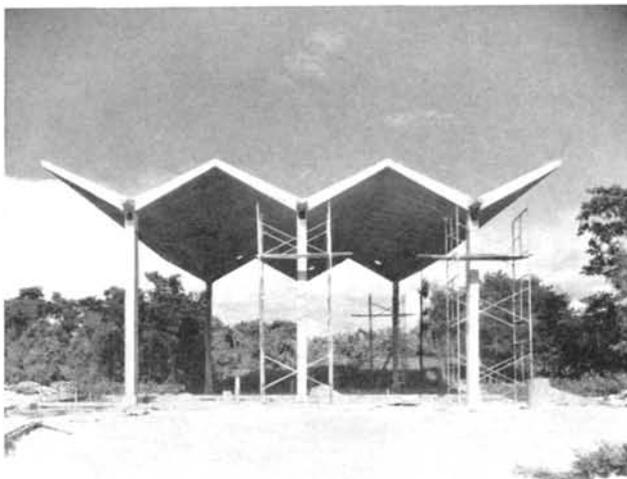
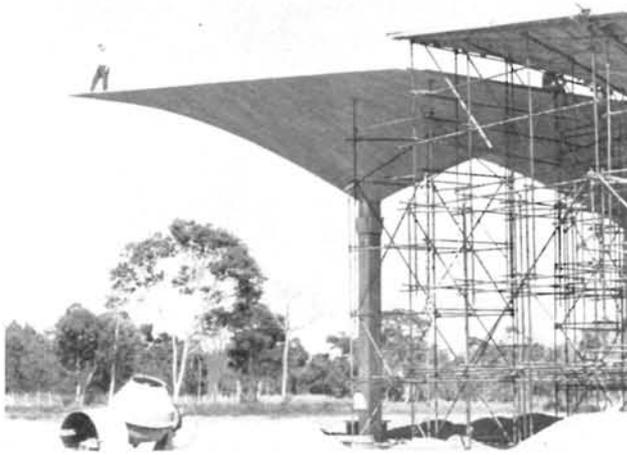
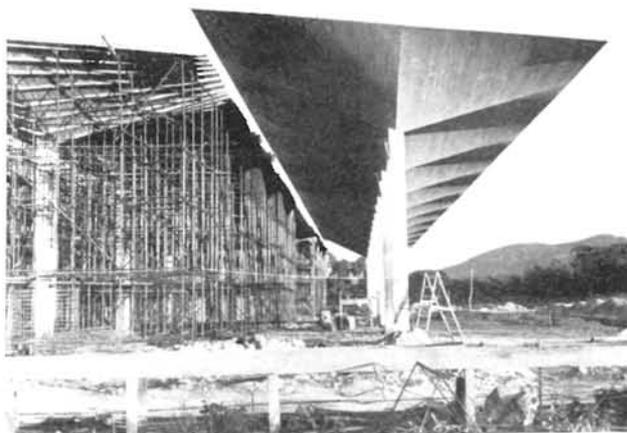
Serie desencofrada de paraboloides.  
 Soporte y lámina (hongo).  
 Paraboloides de un anexo.  
 Paraboloides de cubierta.

El profesor Volkmar Vareschi, de la Escuela de Biología de la Universidad Central de Venezuela, realizó un estudio acerca de este tema y se expresa con las siguientes palabras:

«La nave de montaje Volkswagen está situada en un lugar que representa las condiciones climáticas de la costa y que, además, destaca por condiciones especiales locales.

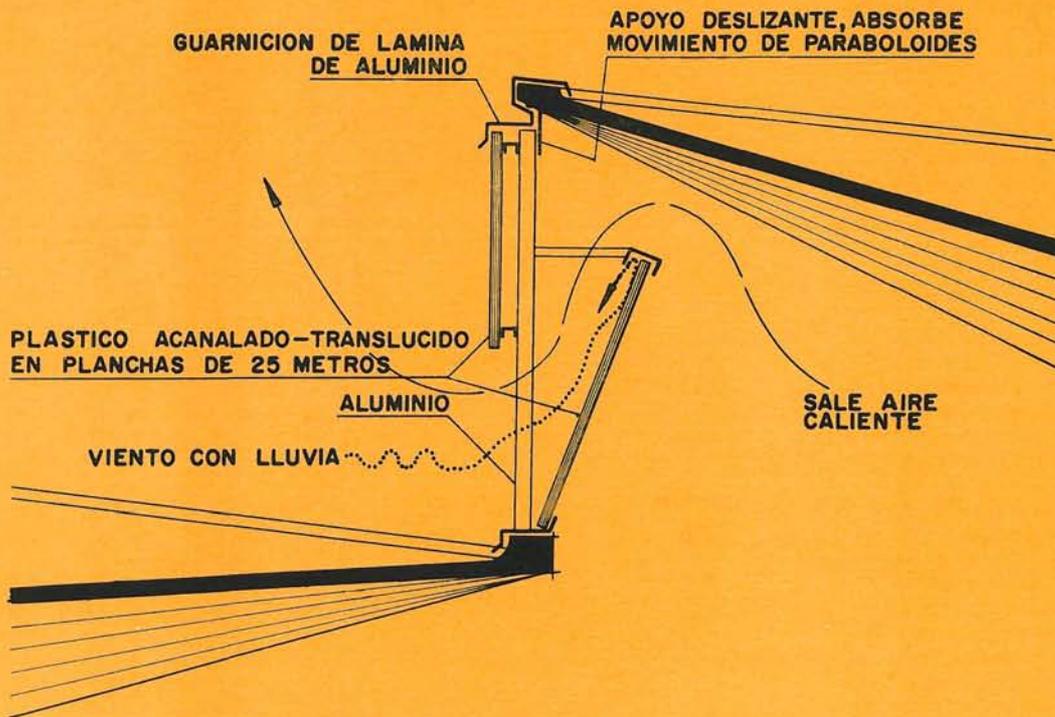
La influencia salina en la costa venezolana del norte, en contraste, por ejemplo, con la costa del Perú, llega solamente a una distancia de 2-3 kilómetros hacia el interior. La causa es la siguiente: las brisas constantes del mar (principalmente alisios noreste) soplan normalmente en las horas más bien calurosas del día. Entonces la superficie plana libre de bosque se calienta de tal modo, que los volúmenes de aire que vienen del mar son desviados hacia arriba por las corrientes de aire ascendente. El viento procedente del interior, que sopla especialmente durante la noche, naturalmente no es salino. La denominación «influencia salina» se debe entender biológicamente en tal sentido que, por el contenido de cloruros libres, los halogenófilos quedan en estado de poder competir con los no-halogenófilos.

Este límite se reconoce fácilmente en la vegetación de toda la costa del norte. La corrosión de elementos metálicos a causa de cloruros deja de existir, a la tercera parte de este indicador biológico, según experimentos realizados. La zona peligrosa se encuentra, por consiguiente, entre la costa y 1 km al interior. Si existen colinas pueden presentarse también más hacia el interior, considerables indicaciones de halógenos y corrosión. Pero este caso no afecta a la nave de montaje Volkswagen, puesto que está situada en la llanura y las masas elevadas de aire sólo chocan varios kilómetros al sur de Morón contra la hilera de colinas.

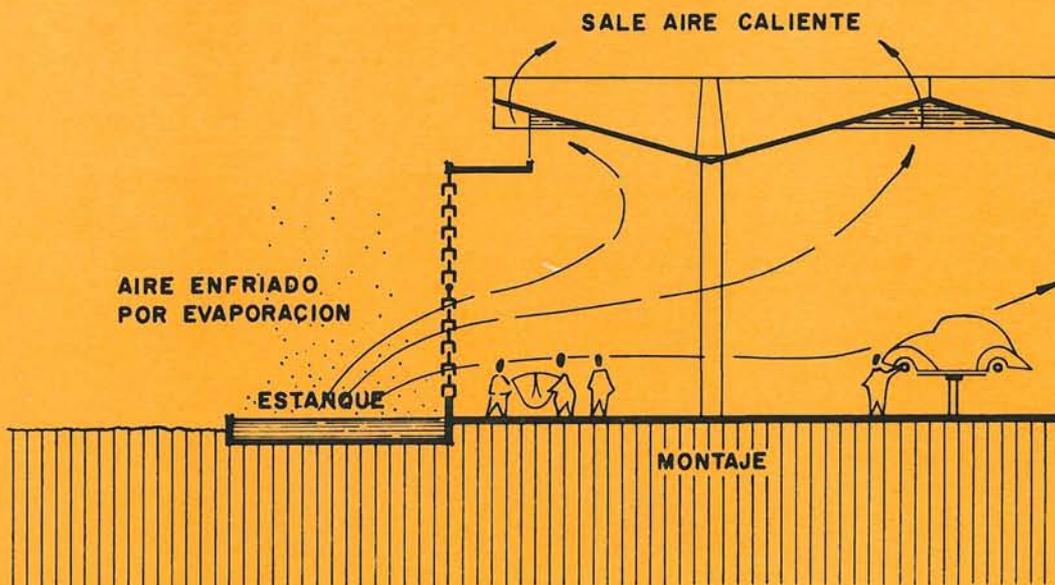




**protección solar y ventilación**



**detalle de cerramientos entre paraboloides ventilación cenital**



**protección solar y ventilación**

Entre la nave de montaje Volkswagen y el mar se encuentra, exactamente en dirección de los alisios, una zona selvática. Esta zona verde actúa de filtro excelente contra todas las corrientes de aire más bajas; así que ya cerca del límite del bosque orientado hacia el mar, los halógenos dejan de existir en las plantas epífitas, que demuestran una sensibilidad particular en este sentido.

Como resumen se puede decir que de los resultados obtenidos de los ensayos biológicos puede llegarse a la conclusión de que la zona donde está ubicada la nave de montaje está sometida a la influencia del clima de la costa en general, pero parece imposible un aumento de acción corrosiva a causa del aire salitroso del mar. Hay que recordar que las plantas reaccionan con mucha más sensibilidad que las sustancias inorgánicas respecto a la atmósfera.»

El resultado de estas investigaciones coincide con experiencias prácticas observadas en varias construcciones en la Urbanización Palma Sola. El Club residencial construido a la orilla del mar tiene las dificultades corrientes de corrosión. Cincuenta viviendas unifamiliares construidas entre el Club y la nave de montaje muestran sólo ligeros desperfectos por este motivo. Resultaron libres de daños las viviendas de obreros que se hallan cerca de la fábrica y el pabellón de Exposiciones, de estructura metálica y construido en el año 1956.

## **edificios**

Nave de montaje de coches Volkswagen tipo 1.200, 1.500 Sedán, 1.500 Variant (ranchera) y la camioneta. (Venezuela es el primer país de América donde se monta el nuevo tipo 1.500).

Esta nave dispone de los servicios siguientes:

- acabado metálico,
- limpieza y desengrase de carrocerías,
- desoxidación y fosfatación del metal seco,
- hornos de pintura,
- montaje de carrocerías,
- vestiduras,
- montaje de bastidores y suplementos,
- inspección y reparaciones finales,
- depósito y desembalaje de piezas de origen,
- oficinas con fácil acceso a la zona de producción.
- depósito de pintura debidamente protegido,
- parque para el control de unidades terminadas,
- laboratorio para el control de calidad,
- vestuarios y baños para obreros,
- cocina y comedor,
- sala de generadores eléctricos,
- cabinas de control de entrada,
- depósito de botellas de oxígeno, separado del edificio principal,
- estación de bombeo.

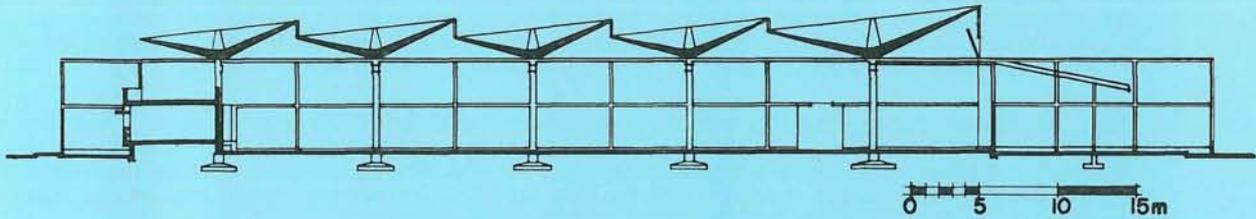
El complejo de obras exteriores se descompone en las partes siguientes:

- estacionamiento fuera del recinto,
- estacionamiento dentro del conjunto,
- parque de unidades terminadas,
- depósito transitorio de cajas al aire libre,
- zona de incineración de basuras,
- depósito de agua de aproximadamente 350 m<sup>3</sup>,
- circulaciones.

## **proyecto general**

El primer anteproyecto previó las actividades de trabajo, almacenaje, administración, vestuarios y comedor en un solo bloque, separando solamente el edificio de salida de coches. Posteriormente, se analizó más detenidamente la futura expansión, especialmente con respecto a vías de circulación

## sección transversal



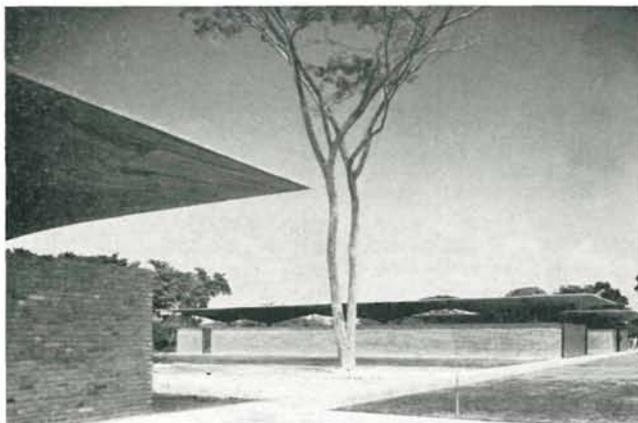
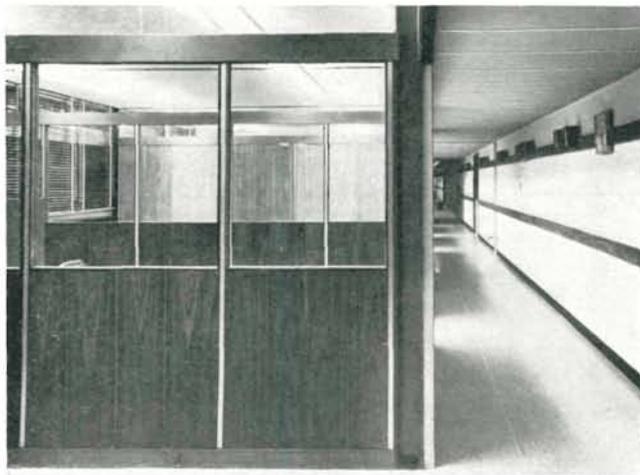
y al problema de ventilación; y para darle más flexibilidad al conjunto, se adoptó el plan de llevar algunas actividades a estructuras auxiliares en la siguiente forma:

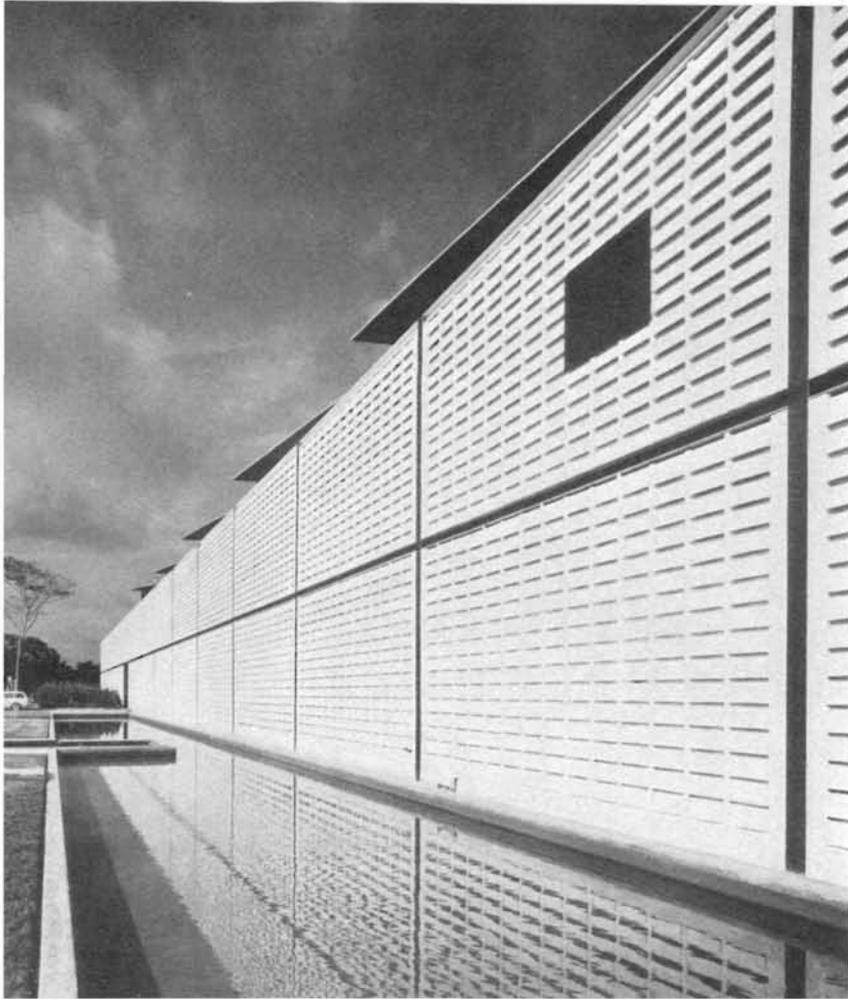
- a** se sacó la zona de almacenamiento de materiales embalados para transporte marítimo fuera de los muros del complejo y con este fin se habilitó un tinglado con cubierta de asbesto, de 11 m de anchura y a todo lo largo de la nave. De esta forma se ahorran valiosos metros cuadrados cubiertos para el acceso y maniobra de los elevadores;
- b** se separó el almacenamiento y preparación de pintura en un edificio aparte, como fue sugerido por las Compañías de Seguros, por razones de seguridad. En la parte norte cubierta y abierta del mismo edificio se ubicaron los aparatos de prueba y control del motor, frenos y de la impermeabilidad del vehículo;
- c** se proyectaron los vestuarios, lavabos, cocina y comedor en edificios separados, con altura apropiada y ventilación natural óptima. Ambos edificios se ubicaron en el paso obligado de obreros para la entrada y salida del trabajo;
- d** el edificio principal de montaje se unió con las oficinas de administración, considerando que gran parte del personal inspector tiene sus oficinas en este sector y necesitan estar en constante contacto con el proceso de montaje;
- e** los generadores eléctricos se colocaron en un sitio cercano a la zona de mayor consumo y al mismo tiempo fuera del área de futuras ampliaciones.

Terraza de la nave.

Vista parcial del interior de las oficinas.

Vista parcial de anexos.





### **nave de montaje**

Después de estudiar distintos tipos de **estructuras** industriales corrientes se llegó a la conclusión que los parabolooides hiperbólicos y estructuras de hormigón en forma de hongo con una columna central, por cuyo interior van las bajantes de aguas pluviales, era la solución favorable. Estas estructuras, de gran efecto plástico y estético, convencen por su economía, escasos gastos de conservación, seguridad con respecto a la corrosión y fuego, por la facilidad con la cual se pueden agregar futuras ampliaciones y por el hecho de poder realizarlas con materiales fabricados en el país.

La nave de montaje está cubierta por cuarenta parabolooides de  $12 \times 12 \text{ m}^2$  ( $144 \text{ m}^2$ ) y diez de  $12 \times 16 \text{ m}^2$  ( $196 \text{ m}^2$ ), con un promedio de más de 8,00 m de altura. La hilera de parabolooides más grandes fue requerida por necesidades espaciales del proceso de montaje.

Cerramiento en celosía.  
Entrada principal.





Los paraboloides se han inclinado ligeramente hacia el norte para obtener una **ventilación e iluminación** tipo diente de sierra controlada por ventanales de plástico translúcido y aluminio. Esta ventilación natural se complementa con amplios huecos para aire y luz en las fachadas norte y sur, protegidos contra la intemperie y rayos solares por generosos aleros. Las fachadas este y oeste se cerraron hasta la altura de 7 m con bloques «Angulo» que permiten el acceso de la brisa a los sitios de trabajo, excluyendo por completo



el sol y la lluvia. La transición entre la forma rectangular y las superficies ligeramente curvas de la cubierta parabólica fue resuelta con una separación arquitectónica radical «cóncava» de plástico azul, material que se adapta fácilmente a formas irregulares y filtra la luz intensa de este y oeste. Las prolongaciones de estas paredes laterales de la nave sirven para proteger el patio de almacenamiento, así como las oficinas contra la intemperie. La ventilación mecánica se aplicó solamente donde hacía falta por razones técnicas: en las cabinas y hornos de pintura y en el baño central.

### **edificio de oficinas**

La estructura de placa nervada de este edificio se proyectó estructuralmente independiente de los paraboloides para simplificar la construcción, crear una separación acústica y facilitar la futura ampliación. Esta estructura, de una planta, se ubicó por debajo del voladizo sur de la última hilera de paraboloides, obteniendo una magnífica terraza cubierta, en planta alta, muy apropiada para recepciones, reuniones fin de año, etc., y para darles oportunidad a los visitantes de obtener desde la terraza una impresión general del proceso completo de montaje. Se previó la posibilidad de levantar otra planta de oficinas en el futuro. Las oficinas fueron elevadas casi 1 m sobre el nivel de la calle para reducir la altura entre la cubierta parabólica y el piso de la terraza, y, por tanto, hacer más efectivo el efecto de sombra sobre la cubierta de las oficinas, factor que reduce sustancialmente la carga de refrigeración del aire acondicionado. Al mismo tiempo resulta una vista libre desde las oficinas, por encima de los automóviles estacionados, hacia la zona verde arbolada y las montañas.

Las ventanas de las oficinas fueron retranqueadas 50 cm y protegidas por un alero colocado a una altura de 2,10 m, subdividiendo la sombra proyectada en dos franjas, solución más efectiva y más económica que un solo alero de gran proyección.

Los huecos creados debajo de las ventanas se aprovecharon para estantería de archivos, papeles, etc. Estos huecos ayudan a despejar el espacio disponible para muebles sueltos. El **material** de fachada de las oficinas, igual que toda la estructura del conjunto, es de hormigón visto, y los muros de ladrillo macizo rojo, combinación de materiales duraderos que no requieren conservación. La pared que separa la sala de montajes de las oficinas es doble, con relleno de lana de vidrio por razones estructurales y de acústica.

Como integración visual de las oficinas con el proceso de montajes, algunos huecos llevan cristalerías de triple paño de cristal que aíslan por completo del ruido.

Las puertas de comunicación son dobles. Todas estas precauciones dieron, como resultado, un ambiente de oficinas completamente tranquilo y, al mismo tiempo, en contacto directo con el proceso industrial.

En el edificio de oficinas están incluidos: el laboratorio, un archivo de documentos protegido contra incendios y una sala de reuniones y proyecciones para la escuela de servicio.

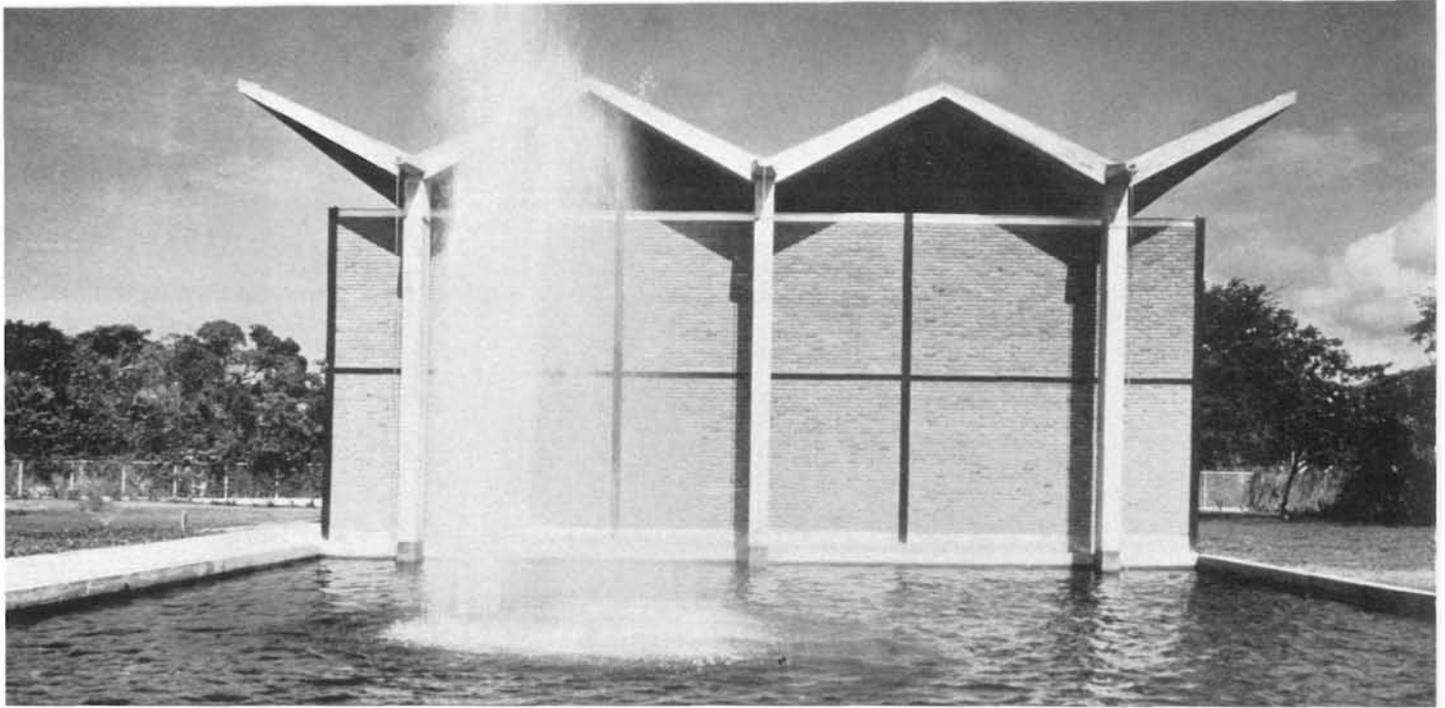
### **edificios auxiliares**

Los edificios para depósitos, pintura, vestuarios y bar se colocaron a lo largo de la vía de circulación, pero de manera que cada uno de ellos podrá duplicar su tamaño sin interferir con construcciones vecinas. Para la estructura de cubierta se utilizó un paraboloide de  $6 \times 12$  m, mitad del módulo básico del edificio principal. La altura media libre es de 2,75 m. El edificio para la central eléctrica, transformadores y cuadros de mando se colocó en la zona sur-este del terreno, por ser este lugar el más cercano a la zona de mayor consumo eléctrico.

### **tratamiento paisajista**

La búsqueda principal durante el desarrollo del proyecto fue la de convertir necesidades técnicas y funcionales del conjunto industrial en motivos de composición arquitectónica y de enriquecimiento de los valores paisajistas locales. El ejemplo siguiente aclara mejor estas ideas:

En vez de construir un depósito subterráneo de agua de reserva y enfriar el circuito cerrado del compresor por medio de una torre de enfriamiento, se propuso el aprovechamiento de este gran volumen de agua (350.000 l) como elemento de composición de la plaza de entrada y al mismo



**Central y estanque refrigerante.**

tiempo utilizarlo para enfriar un circuito cerrado. La fuente o surtidor de agua tiene la triple función de: enfriamiento (por evaporación), conservar el agua fresca, enriquecida con oxígeno (circulación de 160.000 l/hora) y embellecer el paisaje.

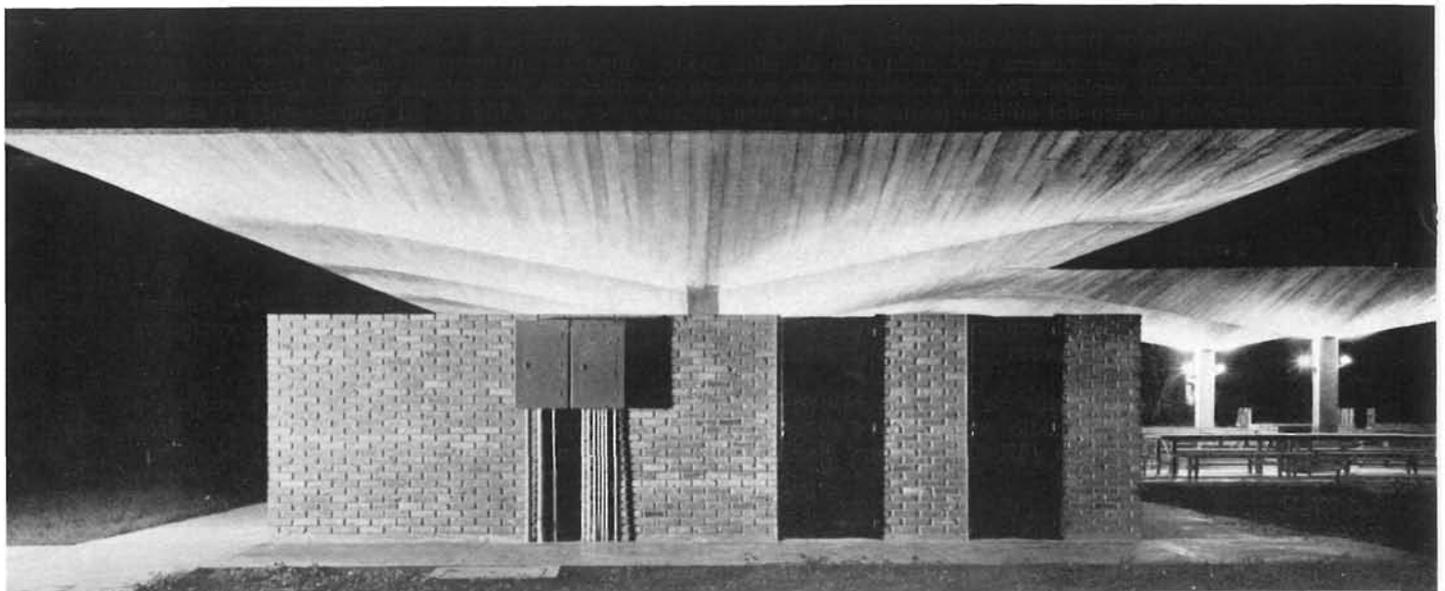
La generación propia de electricidad reduce los gastos de conservación de la bomba a un mínimo. La construcción del depósito abierto resultó muy económica comparada con la de uno cerrado y se ahorró la instalación de una torre de enfriamiento.

En forma similar se resolvió la estación de bombeo. Con la localización dada y semienterrado por necesidad de niveles de la tubería existente, se decidió cubrirla con un paraboloide invertido, utilizando granito verde como material de impermeabilización.

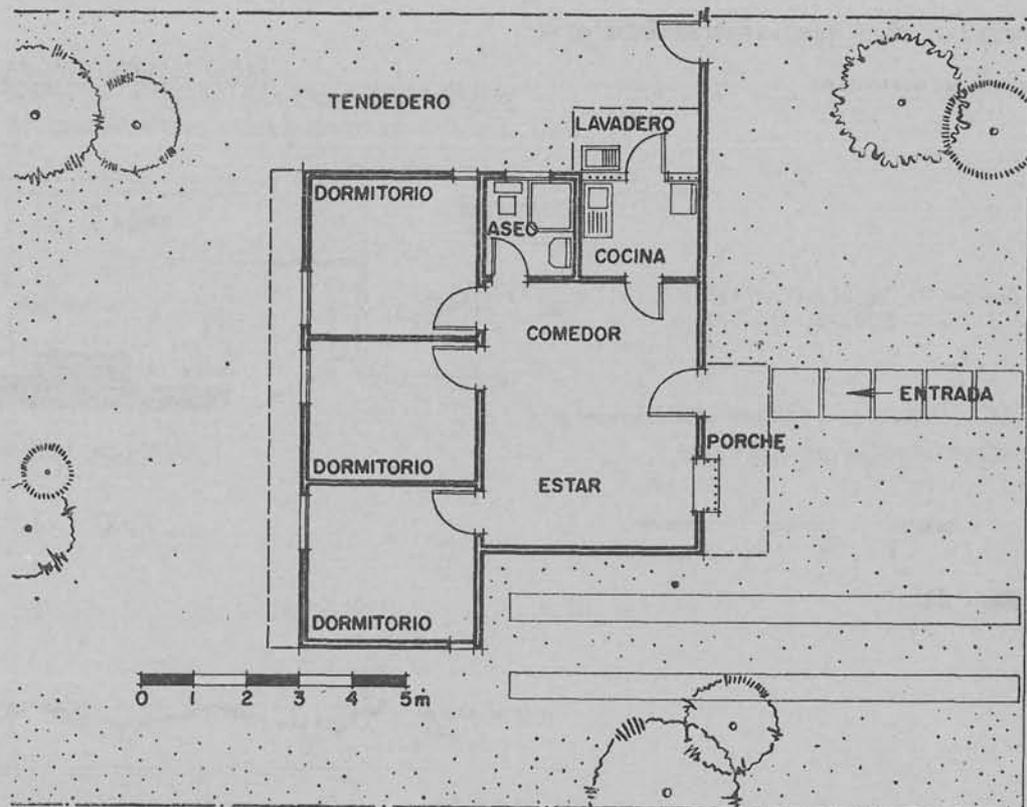
Esta forma se asemeja a una pirámide flotante verde, que continúa la textura de la grama y que, en vez de molestar como caseta de bombeo, complementa los motivos de paisajismo en la plaza principal.

Los espejos de agua a lo largo de la fachada de bloques de ventilación tienen, fuera de sus valores estéticos, la finalidad de servir como «aire-acondicionado» natural.

**Comedor y cocinas.**



## vivienda tipo

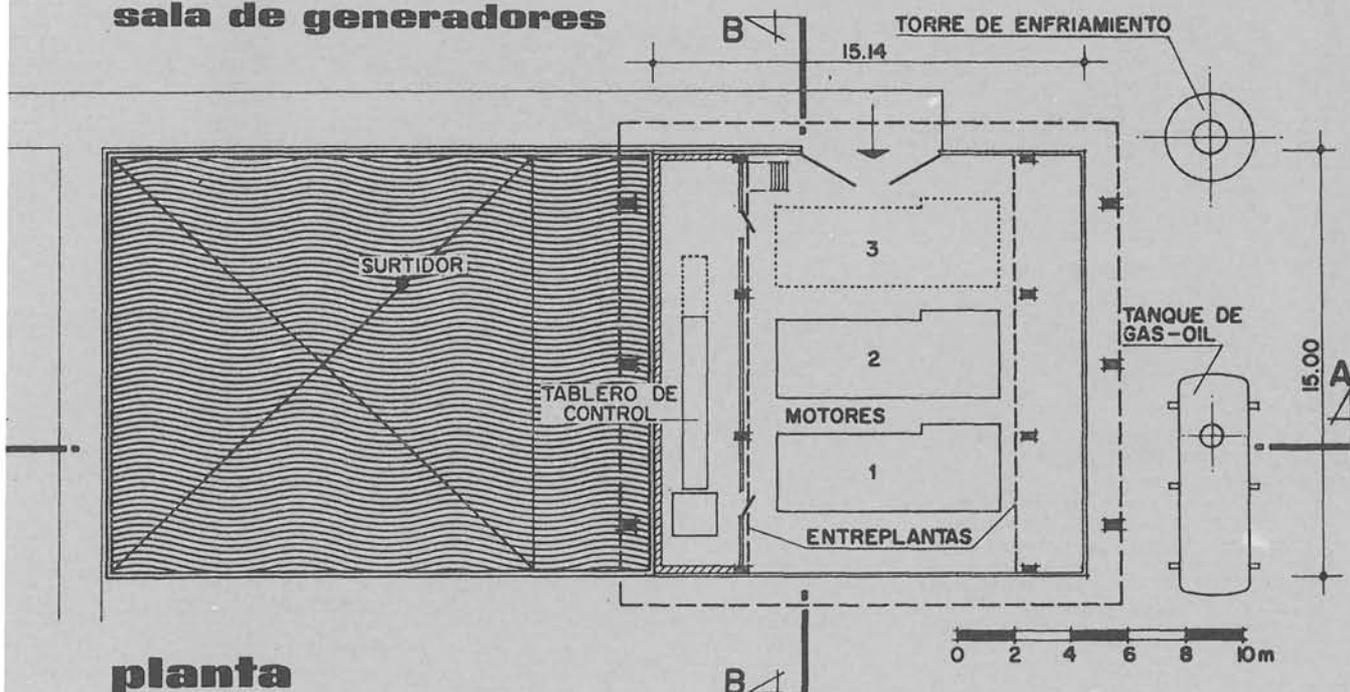


## planta

Las vías de circulación se diseñaron respetando la arboleda existente. El arbolado denso y bien conservado del parque que rodea los edificios da como resultado un ambiente de trabajo muy favorable y un aire libre de polvo e impurezas importante, sobre todo para el proceso de pintura.

Macizos de flores, en algunos puntos del conjunto, de especies escogidas por sus características de color y forma, dan colorido y vida al paisaje.

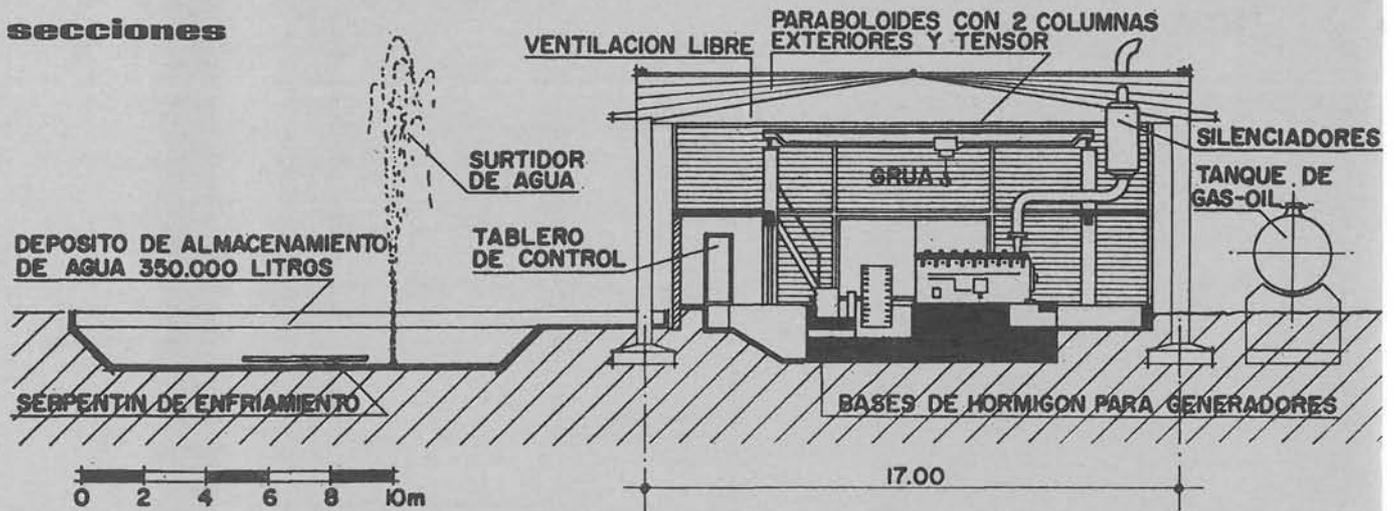
## sala de generadores



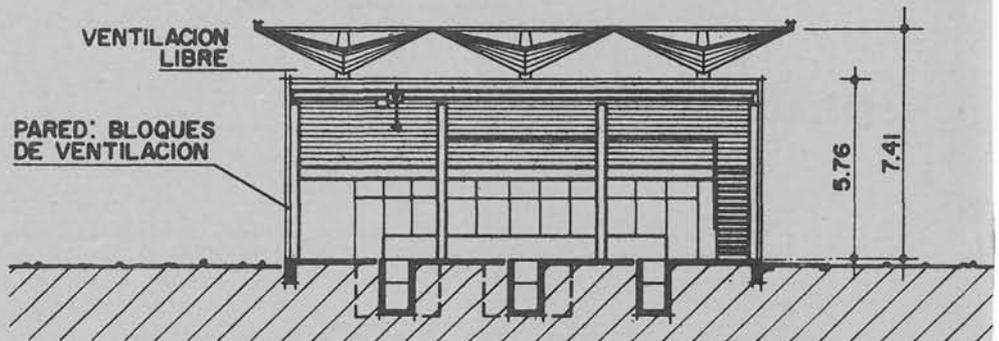
## planta

# sala de generadores

## secciones



**A - A**



**B - B**

## superficie cubierta

### Edificio principal:

— sala de montaje	122,40 × 59,25 =	7.252,20 m <sup>2</sup>
— almacén de cajas	122,40 × 10,60 =	1.297,40 m <sup>2</sup>
— oficinas	122,40 × 7,13 =	869,00 m <sup>2</sup>
— marquesina de entrada	4,00 × 12,00 =	48,00 m <sup>2</sup>
— terraza cubierta	120,00 × 6,00 =	720,00 m <sup>2</sup>
		<hr/>
		10.186,60 m <sup>2</sup>
		<hr/>
		10.186,60 m <sup>2</sup>

### Edificios auxiliares:

— central electro-mecánica	17,50 × 17,10 =	299,30 m <sup>2</sup>
— entreplantas	15,00 × 3,34 =	50,10 m <sup>2</sup>
	8,40 × 2,50 =	21,00 m <sup>2</sup>
— depósito de pintura, control	24,00 × 24,00 =	576,00 m <sup>2</sup>
— vestuarios	12,00 × 36,00 =	432,00 m <sup>2</sup>
— bar		432,00 m <sup>2</sup>
— caseta de entrada	4,50 × 9,00 =	40,50 m <sup>2</sup>
— estación de bombeo	7,70 × 7,70 =	59,30 m <sup>2</sup>
— sala de botellas de oxígeno	3,00 × 6,00 =	18,00 m <sup>2</sup>

Superficie total cubierta		<hr/>
		1.928,20 m <sup>2</sup>
		<hr/>
		1.928,20 m <sup>2</sup>
		<hr/>
		12.114,80 m <sup>2</sup>

Vestuario, depósito de pintura y comedor.

El terreno fue estudiado por el ingeniero Ramón Espinel; la Oficina Técnica Johannson y Richter se encargó del cálculo estructural; las láminas parabólico-hiperbólicas fueron realizadas por Cubiertas Ala de Venezuela, S. A.; el contratista general fue Constructora STAR; I.N.G.W.I.C.A. llevó a cabo las instalaciones de aguas industriales y aire comprimido.

*Adaptación de J. J. Ugarte*



Fotos: HEINRICH TEDE



## Hall de montage Volkswagen

D. Bornhorst, architecte, en collaboration avec P. Neuberger.

Pour le montage des automobiles Volkswagen, destinées au marché vénézuélien, a été construit un grand hall doté de tous les services nécessaires: peinture, graissages, parking des véhicules terminés, etc.

Le choix du lieu le plus indiqué pour l'emplacement du hall et des édifices annexes a été la cause d'une étude détaillée, dans laquelle la proximité des zones industrielles, le climat, l'entrée facile du matériel provenant d'outre-mer et la livraison des voitures terminées ont été les facteurs décisifs. En définitive, le terrain fut choisi à proximité de Morón, dans le département de Carabobo, près de la mer.

La couverture du grand hall est ce qu'il y a de plus remarquable dans cet ouvrage. Elle est formée par une série de voiles parabolique-hyperboliques en béton armé, en forme de rectangle, inclinées légèrement vers le nord pour former un profil en dent de scie.

Chacun de ces voiles s'appuie sur un montant central.

Les vides laissés par les dents de scie ont été utilisés pour la ventilation du hall.

Les façades ont été réalisées à l'aide de matériaux formant des treillis permettant ainsi d'améliorer la ventilation.

---

## Volkswagen assembly plant

D. Bornhorst, architect, in collaboration with P. Neuberger.

To assemble Volkswagen cars for the Venezuela market, a large hall has been built, which is fitted with full facilities for its purpose, such as painting and greasing installations, and large parking area for the finished vehicles.

The siting of this hall was carefully studied, and such factors as nearness to industrial zones, climate, and ease of access were decisive aspects that were taken into account. The final choice was a site near Morón, in the Carabobo Department, close to the sea.

The main constructional item is the roof of the large hall. It is made of a series of hyperbolic-parabolic reinforced concrete thin shells, of rectangular planform, and slightly inclined towards the north, to produce a saw edge profile. Each of these shells is supported by a central column.

The hollow spaces along the saw edge profile have been used for ventilation.

The enclosing walls consist of trellice material, which also provide ample facility for additional ventilation.

---

## Montagehalle der Volkswagenwerke

D. Bornhorst, Architekt. Mitarbeiter: P. Neuberger.

Für die Montage der Volkswagenautomobile für den venezolanischen Markt wurde eine Halle erreicht, in der alle notwendigen Montage- und Fertigungsarbeiten wie Anstrich und Ölung usw. durchgeführt werden können. Ferner ist Raum zum Parken der fertiggestellten Fahrzeuge vorhanden.

Die Wahl des Grundstückes konnte erst nach eingehenden Studien getroffen werden. Von entscheidender Bedeutung waren dabei die Nähe zum Industriezentrum, Klima, reibungsloser Antransport von Material aus Übersee und Antransport der fertigen Wagen. Schliesslich entschied man sich für ein Grundstück bei Morón, Provinz Carabobo, in der Nähe des Meeres.

Das Auffallendste an der grossen Halle ist das Dach, das durch eine Reihe von parabolisch-hyperbolischen Schalen gebildet wird. Die rechteckigen Schalen sind leicht nach Norden geneigt und bilden das Profil einer Säge.

Die Hohlräume, die die einzelnen Zähne der «Säge» bilden, wurden für Lüftungszwecke ausgenützt.

Die Umfassungsmauern wurden in Fachwerkform gebaut, um eine bessere Entlüftung zu garantieren.